

MICHELLY OPALINSKI

**UTILIZAÇÃO DE ENZIMA E SOJA INTEGRAL EM RAÇÕES PARA FRANGOS
FORMULADAS COM INGREDIENTES ALTERNATIVOS COM BASE EM
AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS E TOTAIS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em Ciências
Veterinárias, Curso de Pós-Graduação em Ciências
Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Aparecido Borges
Co-orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka

CURITIBA
2006

DEDICATÓRIA

À minha querida mãe Ruth, pelos conselhos, incentivo e empenho na minha formação pessoal e profissional.

Ao meu noivo Alan que sempre está ao meu lado dedicando-me todo apoio e força para seguir adiante com coragem.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por iluminar meu caminho e segurar minha mão nas horas de dificuldade.

Aos meus familiares, de maneira especial à minha mãe, pelo amor, educação, formação e amparo.

Ao Prof. Dr. Sebastião Aparecido Borges pela amizade, orientação, ensinamentos e oportunidades.

Ao Prof. Dr. Alex Maiorka pelo voto de confiança, amizade, convivência, orientação e aprendizado.

Ao Prof. Dr. Fabiano Dahlke, pela convivência, auxílio e profissionalismo.

A Profa. Dra Ana Vitória Fischer da Silva pelo otimismo, amizade e apoio.

A Profa. Dra Elisabeth Santin pela amizade e ensinamentos.

A Profa. Dra. Ana Luisa Palhano da Silva pela formação, motivação, ensinamentos e amizade.

Ao meu braço direito e amigo Fabio da Cunha, pelo companheirismo, garra e disposição.

Aos meus queridos colegas de mestrado Alessandra Álvares, Andréa Christina Ferreira Meirelles, Eduardo Cardozo, Fabiano Bueno, Maria Constanza Rodriguez, Nancy Lorena Montañó Rivera pela amizade, convivência e apoio.

A equipe do laboratório de Nutrição Animal da Universidade agradeço pelo apoio, paciência e amizade.

A todos os alunos da graduação de Zootecnia, Medicina Veterinária e Agronomia da UFPR, que contribuíram para a realização de todos os experimentos, meu muito obrigado.

SUMÁRIO

RELAÇÃO DE TABELAS.....	Pág vii
RELAÇÃO DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO 1	
INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA.....	1
1.1. INTRODUÇÃO.....	1
1.2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
1.2.1. Fatores que Afetam a Utilização da Soja Integral na Alimentação de Frangos de Corte.....	4
1.2.1.1. Inibidores de tripsina e quimotripsina (Kunitz e Bowman-Birk).....	4
1.2.1.2. Hemaglutininas ou lectinas.....	5
1.2.1.3. Saponinas.....	6
1.2.1.4. Ácidos fítics.....	7
1.2.1.5. Lipoxigenases.....	7
1.2.1.6. Polissacarídeos não amiláceos.....	7
1.2.2. Técnicas Utilizadas no Processamento da Soja Integral.....	8
1.2.3. Efeito do Processamento da Soja Sobre as Características Nutricionais.....	10
1.2.3.1. Digestibilidade da gordura.....	11
1.2.3.2. Digestibilidade da proteína e a disponibilidade de aminoácidos.....	13
1.2.3.3. Composição nutricional.....	14
1.2.4. Utilização de Enzimas Exógenas.....	15
1.2.5. Efeito da Granulometria.....	18
1.2.6. Formulação de Rações com Conceito de Proteína Ideal.....	19
1.2.7. Formulação de Rações com Ingredientes Alternativos.....	21
LITERATURA CITADA.....	25
CAPÍTULO 2	
EFEITO DA ADIÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO E DA GRANULOMETRIA SOBRE A DIGESTIBILIDADE DA SOJA INTEGRAL DESATIVADA EM FRANGOS.....	33
RESUMO	33
ABSTRACT.....	34
2.1. INTRODUÇÃO.....	35
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.2.1. Local.....	37
2.2.2. Instalações.....	37
2.2.3. Animais.....	38
2.2.4. Tratamentos.....	38
2.2.5. Metodologia.....	39
2.2.6. Delineamento Experimental.....	40
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
2.4. CONCLUSÕES.....	45
LITERATURA CITADA.....	45

CAPÍTULO 3

IMPACTO DA ADOÇÃO DO CONCEITO DE FORMULAÇÃO DE RAÇÕES COM AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS E TOTAIS EM DIETAS COM DIFERENTES SOJAS E COM A INCLUSÃO DE MATÉRIAS PRIMAS

ALTERNATIVAS.....	48
RESUMO.....	48
ABSTRACT.....	49
3.1. INTRODUÇÃO.....	50
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	52
Experimento I.....	52
3.2.1. Local.....	52
3.2.2. Instalações.....	52
3.2.3. Animais.....	52
3.2.4. Tratamentos.....	52
3.2.5. Metodologia.....	54
3.2.6. Delineamento Experimental.....	55
Experimento II.....	55
3.2.7. Local.....	55
3.2.8. Instalações.....	55
3.2.9. Animais.....	55
3.2.10. Tratamentos.....	55
3.2.11. Metodologia	56
3.2.12. Delineamento Experimental.....	59
Experimento III.....	58
3.2.13 Local.....	58
3.2.14 Instalações.....	58
3.2.15 Animais.....	58
3.2.16 Tratamentos.....	58
3.2.17 Manejo.....	61
3.2.18 Delineamento Experimental.....	62
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
3.4. CONCLUSÕES.....	71
LITERATURA CITADA.....	72

CAPÍTULO 4

EFEITO DA ADIÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO E DA GRANULOMETRIA DA SOJA INTEGRAL DESATIVADA SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE

CORTE.....	74
RESUMO.....	74
ABSTRACT.....	75
4.1. INTRODUÇÃO.....	76
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	78
4.2.1. Local.....	78
4.2.2. Instalações.....	78
4.2.3. Animais.....	79
4.2.4. Tratamentos.....	79
4.2.5 Manejo.....	81
4.2.6. Delineamento Experimental.....	82
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
4.4. CONCLUSÕES.....	86

LITERATURA CITADA.....	86
CAPÍTULO 5	
EFEITO DA ADIÇÃO DE NÍVEIS CRESCENTES DE COMPLEXO	
ENZIMÁTICO EM RAÇÕES COM SOJA INTEGRAL DESATIVADA SOBRE O	
DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE.....	89
RESUMO.....	89
ABSTRACT.....	90
5.1. INTRODUÇÃO.....	91
5.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	92
5.2.1. Local.....	92
5.2.2. Instalações.....	92
5.2.3. Animais.....	93
5.2.4. Tratamentos.....	93
5.2.5. Manejo.....	95
5.2.6. Delineamento Experimental.....	96
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	96
5.4. CONCLUSÕES.....	100
LITERATURA CITADA.....	100
CAPÍTULO 6	
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Composição percentual e calculada da ração referência para frangos....	39
2. Efeito da adição de complexo multienzimático e da granulometria da soja desativada sobre o coeficiente de digestibilidade da arginina, glicina, isoleucina, lisina e metionina+cistina.....	41
3. Efeito da adição de complexo multienzimático e da granulometria da soja desativada sobre o coeficiente de digestibilidade da metionina, fenilalanina, tirosina, treonina, valina e histidina.....	42
4. Desdobramento da interação entre enzima X granulometria da soja desativada para a metionina + cistina.....	42
5. Desdobramento da interação entre enzima X granulometria da soja desativada para a metionina.....	42
6. Composição em aminoácidos totais, coeficientes de digestibilidade aparente e composição em aminoácidos digestíveis da soja integral desativada.....	43
7. Efeito da adição de complexo multienzimático e da granulometria da soja desativada sobre a energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), nitrogênio (N) e extrato etéreo (EE) das rações.....	44
8. Desdobramento da interação entre enzima x granulometria da soja desativada sobre a energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) das rações.....	45
9. Composição da ração experimental para fase pré - inicial (0 -7 dias).....	53
10. Composição da ração experimental para fase inicial (8 - 21 dias).....	54
11. Composição percentual e calculada da ração referência para frangos....	56
12. Composição da ração experimental para fase pré - inicial (0 -7 dias).....	60
13. Composição da ração experimental para fase inicial (8 - 21 dias).....	61
14. Efeito da formulação com aminoácidos digestíveis e totais sobre o consumo de ração de frangos na fase inicial.....	63
15. Efeito da formulação com aminoácidos digestíveis e totais sobre o ganho de peso de frangos na fase inicial.....	63
16. Efeito da formulação com aminoácidos digestíveis e totais sobre a conversão alimentar de frangos na fase inicial.....	64
17. Digestibilidade da soja extrusada, farelo de soja e soja desativada para frangos.....	66
18. Efeito da formulação com aminoácidos digestíveis e totais em dietas contendo diferentes tipos de soja sobre o consumo de ração de frangos	67
19. Efeito da formulação com aminoácidos digestíveis e totais em dietas com ingredientes alternativos e diferentes tipos de soja sobre o ganho de peso de frangos.....	69
20. Desdobramentos da interação entre os tipos de soja x aminoácidos para o ganho de peso (kg) de frangos aos 14 e 21 dias de idade.....	69
21. Efeito da formulação com aminoácidos digestíveis e totais em dietas contendo diferentes tipos de soja sobre a conversão alimentar de frangos.....	70
22. Composição da ração experimental para fase inicial (1 - 21 dias).....	80
23. Composição da ração experimental para fase de crescimento e terminação (22 - 42 dias).....	81

24. Efeito da adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada sobre o consumo de ração de frangos.....	82
25. Efeito da adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada sobre o ganho de peso de frangos.....	84
26. Efeito da adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada sobre a conversão alimentar de frangos.....	85
27. Composição da ração experimental para fase inicial (1 - 21 dias).....	94
28. Composição da ração experimental para as fases de crescimento e terminação (22 - 42 dias).....	95
29. Efeito da adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada sobre o consumo de ração de frangos.....	96
30. Efeito da adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada sobre ganho de peso de frangos....	98
31. Efeito da adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada sobre conversão alimentar de frangos.....	99

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Efeito da adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada sobre o consumo de ração de frangos no período de 1 a 42 dias de idade.....	97
2. Efeito da adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada sobre o ganho de peso de frangos no período de 1 a 42 dias de idade.....	99

UTILIZAÇÃO DE ENZIMA E SOJA INTEGRAL DESATIVADA EM RAÇÕES PARA FRANGOS FORMULADAS COM INGREDIENTES ALTERNATIVOS COM BASE EM AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS E TOTAIS

Autor: Michelly Opalinski

Orientador: Sebastião Aparecido Borges

Co-orientador: Alex Maiorka

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade da substituição do farelo de soja pela soja integral desativada em rações para frangos de corte. Cinco experimentos foram conduzidos. Em relação ao ensaio de digestibilidade da soja integral desativada constatou-se que a composição em aminoácidos totais e digestíveis da soja integral desativada atendeu às exigências de frangos de corte em aminoácidos com exceção da metionina e metionina mais cistina. A inclusão de complexo enzimático (protease, amilase e celulase) elevou os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos sulfurados quando utilizada soja desativada granulometria normal, bem como promoveu o aumento de 7,8; 8,8; e 26,8% nos valores de energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida e extrato etéreo respectivamente, quando utilizada a soja integral granulometria fina. A digestibilidade do nitrogênio não foi afetada. No experimento realizado com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão de ingredientes alternativos em dietas formulação com aminoácidos digestíveis, totais e dieta a base de milho e soja não foi observado diferença com relação ao ganho de peso e conversão alimentar entre os tratamentos, entretanto no período de 1 a 14 dias a conversão alimentar foi melhor em frangos alimentados com dietas formuladas com aminoácidos digestíveis. No ensaio com ingredientes alternativos e formulações com aminoácidos digestíveis e totais com inclusão de diferentes tipos de soja, a formulação de dietas com base no conceito de proteína ideal promoveu aumento de 7,6% quando usada soja desativada e 3,8% quando usada soja extrusada no ganho de peso de frangos (1-21 dias de idade), em relação às aves alimentadas com dietas formuladas com conceito

de proteína bruta. A conversão alimentar de frangos (1-21 dias de idade) foi 3,8% mais eficiente em dietas com base no conceito de proteína ideal. Dietas formuladas com conceito de proteína bruta a base de farelo de soja demonstraram ser 4% mais eficientes no ganho de peso em relação às dietas contendo soja extrusada e tostada. No ensaio realizado para verificar o efeito da adição de complexo enzimático (xilanase, β -glucanase, mannanase, pectinase e protease) e da granulometria sobre o desempenho de frangos, verificou-se que a adição do complexo enzimático aumentou em 4% o consumo de ração e 2,8% o ganho de peso no período final de criação. O consumo de ração foi aumentado em 3% no período final e 2% no período total em aves que ingeriram ração com granulometria fina. No período inicial as aves que ingeriram ração com granulometria grossa tiveram aumento de 5% no ganho de peso e obtiveram os melhores índices de conversão alimentar, entretanto a partir do 22º dia as aves alimentadas com ração granulometria fina passaram a ganhar 4% a mais de peso se comparadas às aves alimentadas com ração com granulometria grossa. Com relação ao experimento efetuado a fim de avaliar diferentes níveis de adição de complexo enzimático (xilanase, β -glucanase, mannanase, pectinase e protease) sobre o desempenho de frangos, observou-se que a suplementação com 50 g/t do complexo enzimático, em dietas formuladas com soja integral desativada demonstraram aumento de 3% no consumo de ração e 2,5% no ganho de peso em comparação com a dieta sem suplementação. De acordo com a análise de regressão o nível ótimo de adição de complexo enzimático para ganho de peso e para consumo alimentar (1 – 42 dias de idade) obtido nestas condições experimentais foi de 45,94g/t e 49,30g/t de enzima na ração respectivamente. O nível de inclusão do complexo enzimático foi próximo de 50 g/t, concordando com a recomendação do fabricante.

Palavras-chave: complexo enzimático, frangos de corte, granulometria, soja integral.

USE OF DEACTIVATED FULL-FAT SOYBEAN AND ENZYME IN BROILER FEEDING FORMULATED WITH ALTERNATIVE INGREDIENTS ON THE BASIS OF DIGESTIBLE AND TOTAL AMINO ACIDS

Author: Michelly Opalinski

Adviser: Sebastião Aparecido Borges

Co- adviser: Alex Maiorka

ABSTRACT

The present study evaluate the viability of the soybean meal substitution with deactivated full-fat soybean in broiler diets. Five trials were conducted. The deactivated full-fat soybean assay showed that the total and digestible amino acid composition of the deactivated full-fat soybean attended the broiler amino acids requirements except methionine and methionine and cystine. The enzymatic complex addition (proteolytic, amylolytic and celullolytic enzymes) increased the sulfur amino acid digestibility coefficients when deactivated soybean with the normal particle size was used, and promoted the increased of 7,8; 8,8; e 26,8% in apparent metabolizable energy, corrected apparent metabolizable energy and ether extract respectively, when full-fat soybean fine particle size was used. The nitrogen digestibility wasn't affected. In the trial carried out with the aim of evaluating the effect of including alternative ingredients in diet formulations with digestible, total amino acids and corn and soybean diets there weren't any differences in weight gain and feed:gain ratio among the treatments, however between 1 to 14 days the feed:gain ratio was better for broilers fed digestible amino acid diets. The alternative ingredients assay and digestible and total amino acid formulations added different soybean types, the diet formulation based on ideal protein concept promoted an increase of 7,6% when deactivated soybean was used and 3,8% when extruded soybean was used on the broilers weight gain (1-21 days of age), regarding the poultry fed crude protein concept diet formulations. The broilers feed:gain ratio (1-21 days of age) was 3,8% more efficient in diets based on ideal protein concept. The diets formulated on the crude protein concept were 4% more efficient on weight gain

related to diets containing extruded and toasted soybean. The enzymatic complex increased the feed intake in 4% and the weight gain during the final rearing period in 2,8%, in the assay regarding the effect of the enzymatic complex addition (xylanase, β -glucanase, mannanase, pectinase and protease) and the particle size on broiler's performance. The feed intake of the poultry which ingested a fine particle size diet was increased in 3% during the final period and 2% in the total period. The poultry fed coarse particle size diets during the initial period, had a weight gain increase of 5% and had the best feed:gain ratio indexes, however from day 22nd the poultry fed fine particle size diets started gaining 4% more weight when compared to the poultry fed coarse particle size diets. Regarding the experiment evaluation different levels of enzymatic complex addition (xylanase, β -glucanase, mannanase, pectinase and protease) on broiler performance, it was observed that the 59 g/t of enzymatic complex supplementation in deactivated full-fat soybean diets showed a 3% increase on feed intake and 2,5% on body weight in comparison with diets without supplementation. According to the regression analysis the great enzymatic complex addition level for weight gain and feed intake (1-42 days of age) obtained in these experimental conditions was 45,94g/t and 49,30g/t of enzymes in the diet respectively. The enzymatic complex addition level was close to 50 g/t, according to the manufactures recommendation.

Key words: broilers, enzymatic complex, full-fat soybean, particle sizes.

CAPITULO 1

INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

1.1 INTRODUÇÃO

Devido ao grande progresso genético, a indústria avícola tem se caracterizado pelo desenvolvimento de linhagens de frangos com maior capacidade produtiva. A fim de que as aves possam expressar o seu potencial máximo de produção, os nutricionistas têm elaborado dietas com elevada densidade nutricional.

Tradicionalmente, as dietas são formuladas a base de milho como ingrediente energético, farelo de soja como principal fonte de proteína e aminoácidos e o óleo vegetal e/ou gordura animal que são necessários para o balanceamento energético correto das dietas.

O farelo de soja apresenta uma alta concentração protéica em sua composição e um bom balanço em aminoácidos, porém seu custo é muito variável. Dependente principalmente da necessidade do mercado internacional, muitas vezes seu preço supera o próprio grão integral da soja. Outro entrave com relação às rações elaboradas com farelo de soja é a adição de óleo. Essa prática exige equipamentos especializados, além de haver dificuldades de conservação e armazenamento. Dessa forma, a soja integral surge como uma alternativa viável em substituição ao farelo de soja e ao óleo.

Contudo, para que a soja integral possa ser empregada nas rações de monogástricos, se faz necessário tratamento térmico prévio para inativação dos seus fatores antinutricionais que causam diminuição da eficiência alimentar. Na indústria, os processos mais comumente utilizados são a tostagem a vapor e a extrusão.

Além dos fatores antinutricionais que podem ser desativados pelo calor, a soja apresenta em sua composição bromatológica constituintes que as aves não digerem ou que sua digestão é incompleta. Esses componentes são chamados de polissacarídeos não amiláceos (PNA), que são polímeros de açúcares simples e devido à natureza de suas ligações químicas, são resistentes à hidrólise enzimática no trato gastrintestinal dos monogástricos (CANTOR, 1995).

O tratamento térmico é capaz de melhorar o valor nutricional da soja através da inativação dos fatores antinutricionais, porém não é a solução para os problemas causados pelos polissacarídeos não amiláceos. NUNES et al. (2001), afirmaram que

o procedimento mais adotado para reduzir de maneira significativa os inconvenientes provocados pelos polissacarídeos não amiláceos é a utilização de enzimas exógenas.

Para reduzir a viscosidade do conteúdo digestivo é necessário que os polissacarídeos não amiláceos solúveis sejam decompostos em pequenas unidades através da ação enzimática, perdendo assim a capacidade de retenção de água. Com a redução da viscosidade, a ação enzimática sobre o conteúdo intestinal é mais eficaz, sendo assim, há melhora na capacidade de digestão dos nutrientes, aumento na velocidade de trânsito intestinal e redução da quantidade de água nas fezes, o que proporciona melhor qualidade de cama.

Além da ação sobre os fatores antinutricionais presentes nos ingredientes, há uma série de outros benefícios proporcionados pela inclusão de enzimas exógenas na dieta de aves. Existem muitos estudos que mostram que dependendo do alimento utilizado, algumas enzimas sintetizadas pelo próprio animal não proporcionam a digestão ótima dos nutrientes. Este aproveitamento insatisfatório se deve a produção insuficiente de enzimas endógenas, sobretudo em animais jovens, durante a fase de adaptação aos novos substratos. Nestes casos, a adição de amilases e proteases permitem melhorar a assimilação dos nutrientes, contribuindo para produção animal mais econômica (BÜHLER et al, 1998).

Acredita-se ainda que a granulometria ou DGM (diâmetro geométrico médio) das partículas dos ingredientes da ração tenha influência sobre o desempenho das aves.

As aves possuem a capacidade de selecionar as dietas quando expostas a uma situação de escolha. Este padrão de escolha não é determinado unicamente pelas características nutricionais, sendo que a forma física e a granulometria têm sido considerados fatores determinantes no processo de ingestão (DAHLKE, 2000).

MENDONÇA e PEZZATO (1994), afirmaram que aves alimentadas com ingredientes moídos em peneira com diâmetro de 10,0 mm apresentaram maior peso quando comparadas às aves alimentadas com rações contendo ingredientes moídos em peneiras 0,8; 3,0 e 5,0 mm. DEATON et al. (1995), testaram moagem de ingredientes em peneiras com abertura de 3,18; 6,35 e 9,53mm e não verificaram diferença no desempenho das aves. Porém LOTT et al. (1992), que também trabalharam com peneiras de 3,18 e 9,52 mm de diâmetro, observaram uma

significativa redução de peso e piora na conversão alimentar das aves alimentadas com maior DGM, apesar de não haver diferença no consumo.

A padronização do processo industrial de inativação dos fatores antinutricionais, a definição de metodologias laboratoriais adequadas para monitoria da qualidade bem como a montagem da matriz nutricional parecem ser variáveis relevantes a serem consideradas.

Desta forma, buscando fornecer maiores informações sobre o exposto, a presente pesquisa teve como objetivos:

Avaliar a viabilidade da substituição do farelo de soja pela soja integral desativada em rações para frangos de corte;

Determinar os valores de energia metabolizável e do coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo da soja integral desativada com diferentes granulometrias adicionada ou não de enzimas exógenas;

Avaliar o efeito da granulometria da soja integral e da adição de enzima exógena sobre o desempenho de frangos de corte;

Avaliar o impacto da adoção do conceito de formulação de rações com aminoácidos digestíveis em dietas com diferentes sojas e com inclusão de matérias primas alternativas.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

Os primeiros estudos sobre o valor nutritivo da soja foram feitos com ratos no início do século passado. KUNITZ (1945) cita que Osborne e Mendel (1917) provavelmente tenham sido os primeiros a identificar que a ingestão de soja crua causa um retardamento do crescimento em ratos e que posteriormente, Read e Haas (1938) descobriram que um extrato aquoso de farelo de soja cru reduzia a atividade da tripsina em quebrar moléculas de gelatina.

Devido a grande importância da soja, os estudos foram intensificados no sentido de avaliar os fatores antinutricionais e tóxicos presentes e que agem sobre o metabolismo do animal. Vários estudos evidenciaram aumento na secreção de peptídeos pancreáticos, sais biliares, ácidos graxos, fosfolipídios e colesterol nas aves alimentadas com o farelo de soja cru, em comparação com aquelas alimentadas com farelo tratado pelo calor (RACKIS e GUMBMANN 1972; CHURELLA et al. 1976; NITSAN e LIENER 1976). Estas e outras respostas

fisiológicas têm sido creditadas à presença de fatores antinutricionais na soja. Entre os fatores antinutricionais mais importantes estão os fatores antitripsina e as hemaglutinina (lectinas). Outros fatores antinutricionais como saponinas, fitatos, lipase e lipoxigenase, polissacarídeos não-amídicos solúveis também estão presentes.

1.2.1. Fatores que Afetam a Utilização da Soja Integral na Alimentação de Frangos de Corte

Tradicionalmente o farelo de soja é a principal fonte de proteína utilizada na nutrição de monogástricos no Brasil. Sua proteína de alta qualidade, disponibilidade de aminoácidos e a vasta gama de informações sobre sua composição, o transformaram em modelo experimental. Porém, atenção especial tem sido dada à soja integral devido ao seu teor de proteína (35 a 42%) associado à concentração lipídica (18 a 22%), como alternativa ao farelo de soja e ao óleo e gorduras. A complexidade do armazenamento e a dosagem de óleos nas fábricas de ração, bem como a disponibilidade e os custos destes, associado aos preços do farelo de soja, têm justificado o uso da soja integral para suínos e aves, (BORGES et al. 2003).

Contudo, para utilizar a soja integral nas rações de monogástricos, é necessário processá-la para inativar os inibidores de tripsina, assim como outros fatores antinutricionais. Vários tipos de processamento foram desenvolvidos para inativar esses fatores e melhorar o valor nutricional da soja. Entre eles, podemos citar a tostagem a seco e a vapor, a extrusão a seco ou a vapor, micronização ou “infrared” e “jet-exploder” (SAKOMURA, 1996).

1.2.1.1 Inibidores de tripsina e quimotripsina (Kunitz e Bowman-Birk)

Os inibidores de proteases são peptídeos capazes de se complexarem com as enzimas proteolíticas pancreáticas, tornando-as inativas. Estão classificados em treze famílias, sendo seis derivadas de plantas e destas apenas dois apresentam importância na produção animal. Eles são essencialmente competitivos e o complexo inibidor-enzima formado não possui atividade enzimática para qualquer que seja o substrato (NUNES et al., 2001).

Os inibidores de proteases de soja são constituídos pelo inibidor de tripsina “*Kunitz*” e pelo inibidor de tripsina e quimotripsina “*Bowman-Birk*”. Cerca de 80% da inibição da atividade tríptica de grãos de soja é causada pela ação do inibidor de tripsina “*Kunitz*”. Estes antinutrientes apresentam especificidade de inibir as enzimas proteolíticas e, conseqüentemente, reduzem a digestão protéica de alimentos, proporcionando diminuição no ganho de peso e crescimento dos animais (MONTEIRO et al., 2004).

Quando os animais monogástricos ingerem a soja crua, os fatores antitripsínicos se complexam com a tripsina e a quimotripsina secretada pelo pâncreas, impedindo a ação proteolítica dessas enzimas. Para tentar reverter essa diminuição da ação das enzimas proteolíticas, o pâncreas secreta mais enzimas, que por sua vez, são novamente inibidas, gerando uma sobrecarga pancreática, e conseqüentemente, uma hipertrofia desse órgão, reduzindo a ação digestiva em todo alimento presente na luz intestinal e, por conseguinte, prejudicando o desempenho desses animais. Outro fato, porém de menor importância, é a perda nas fezes de uma parte das proteínas pancreáticas secretadas, que não podem ser recicladas. Como as enzimas pancreáticas (tripsina e quimotripsina), são particularmente ricas em aminoácidos sulfurados, a hipertrofia pancreática aumenta a utilização destes aminoácidos para a síntese destas enzimas e suas perdas irão agravar os problemas nutricionais, (Carvalho 1993, citado por BORGES et al. 2003).

KAKADE et al., (1973); LIENER, (1979) e WRIGHT (1981); afirmaram que os inibidores da tripsina parecem não ser os únicos responsáveis pela redução no crescimento causado pela soja crua, talvez somente 40% destes efeitos sejam devido aos inibidores de tripsina os outros 60% se devem a outras proteínas que podem, quando não desnaturadas, combinar-se com a tripsina, mesmo depois de removido o inibidor.

1.2.1.2. Hemaglutininas ou lectinas

As hemaglutininas são proteínas que possuem em suas moléculas um centro ativo específico à combinação com carboidratos, e, portanto, capazes de aglutinarem os eritrócitos, e interagirem com as células da mucosa intestinal, prejudicando o processo de absorção de nutrientes, causando ruptura de

membranas e degradação de microvilos, com conseqüente lesão epitelial (Liener e Kakade, 1980 citados por CAFÉ, 1996).

As hemaglutininas podem ser também denominadas fitohemaglutininas, fitoaglutininas ou lectinas e constituem de 1 a 3% do total de proteínas do farelo de soja desengordurado (LIENER, 1981), o que sugere que esta proteína pode reduzir o valor nutritivo da soja crua, sendo responsável por 50% da perda de peso de ratos alimentados com a soja crua e o fator antitríptico por 40%. *In vitro* as hemaglutininas possuem a capacidade de aglutinar hemácias, devido a essa propriedade, essa substância ficou assim conhecida. *In vivo* as hemaglutininas se ligam às células da mucosa intestinal causando lesões e conseqüente redução na absorção dos nutrientes (BATAGLIA, 1990).

As alterações da função fisiológica causada por lectinas no intestino são produtos de sua estabilidade aos processos digestivos e da especificidade pelas células da mucosa intestinal em diferentes regiões. Contudo, não há evidências de que as lectinas presentes nos alimentos apropriadamente processados possam ser tóxicas (Despandre 1992, citado por SILVA, 2000).

1.2.1.3. Saponinas

Saponinas são glicosídeos presentes em numerosas plantas, que se caracterizam pelo sabor amargo, capacidade de formar espumas em soluções aquosas, provocar hemólise e ainda de se complexarem a esteróides, incluindo os presentes nas membranas das células animais. Seus efeitos antinutricionais estão relacionados às modificações na permeabilidade da mucosa intestinal, inibindo o transporte de alguns nutrientes e facilitando à absorção de compostos para os quais o intestino é normalmente impermeável. Diversas pesquisas demonstram que as aves são mais sensíveis a saponina que outros monogástricos ou ruminantes. Aves alimentadas com dietas contendo 0,3% de saponina apresentaram queda na taxa de crescimento, enquanto que este mesmo nível utilizado em dietas de suínos não produziu nenhum efeito negativo, entretanto, os níveis de saponina na soja, de modo geral, são baixos não causando transtorno no desempenho dos animais (NUNES et al., 2001).

1.2.1.4. Ácidos fítics

Fitato é o sal formado pelo ácido fítico, quando este se liga a íons de Na^+ , Mg^{++} , K^+ , Ca^{++} e Zn^{++} , entre outros. Os minerais e determinados nutrientes, uma vez ligados à molécula de ácido fítico, tornam-se indisponíveis ao animal, ou seja, não são solubilizados. Nas sementes e nos seus produtos, 60 a 80% do fósforo estão na forma de fitato (DARI, 2004). Em geral, os cereais e as sementes de leguminosas usadas na alimentação de aves têm quantidades de fitatos em torno de 0,25%, com base na matéria seca, (Maenz, 2001 citado por DARI, 2004).

NUNES (2001) afirma que o ácido fítico pode reduzir a digestibilidade da proteína e da gordura. A redução da digestibilidade protéica pode ser explicada pela formação de complexos entre o ácido fítico e as proteínas da dieta, ou ainda se complexar com enzimas proteolíticas (tripsina e pepsina), inibindo sua atividade. Na digestão de gorduras, o complexo cálcio-fitato pode reagir com ácidos graxos formando sabões insolúveis no lúmen intestinal. Na digestão de carboidratos liga-se diretamente ao amido ou inibe a ação da amilase.

1.2.1.5. Lipoxigenases

As lipoxigenases são isoenzimas que catalisam a oxidação de ácidos graxos poliinsaturados para formar hidroperóxidos (Siedow, 1991 citado por BATISTA et al., 2002). As lipoxigenases são enzimas presentes naturalmente na soja. São importantes na tecnologia da soja por oxidar rapidamente ácidos graxos poliinsaturados gerando peróxidos de ácidos graxos que se degradam em aldeídos e cetonas voláteis. Estes se ligam às proteínas e outros compostos, resultando em gosto desagradável. Temperaturas acima de 85°C inativam eficientemente estas enzimas. A lipoxigenase é mais termolábil que a urease e esta que os inibidores de tripsina (BORGES et al. 2003).

1.2.1.6. Polissacarídeos não amiláceos

O termo polissacarídeo não amiláceo (PNA), compreende uma extensão de polissacarídeos com exceção do amido. A classificação dos PNA recai em três grandes grupos: Celulose, polímeros não celulósicos (pentosanos, arabinoxylanos,

xylanos, β -glucanos) e polissacarídeos pécticos (glicomananos, galactomananos, arabinanos, xiloglucanos e galactanos), entre outras moléculas (BELLAYER e SNIZEK, 1999).

A presença dos oligossacarídeos e dos polissacarídeos não amiláceos solúveis no lúmen intestinal promove aumento da viscosidade da digesta devido à formação de polímeros ou géis com a água, comprometendo a digestão e a absorção dos nutrientes, pois, dificultam a ação das enzimas digestivas e a difusão das substâncias relacionadas com a digestão e absorção. O aumento da viscosidade no intestino afeta a digestibilidade do amido, da proteína e dos lipídeos.

As gorduras têm sua digestibilidade diminuída por uma menor emulsificação resultante do aumento na viscosidade intestinal. Este também favorece o crescimento da microflora indesejável com desconjugação dos sais biliares. Estes efeitos citados sobre a digestão das gorduras diminuem a absorção de vitaminas lipossolúveis. As gorduras saturadas são aquelas mais intensamente afetadas pela diminuição na emulsificação.

Em aves jovens, o tempo requerido para o alimento passar pelo trato digestivo é aumentado, o que acaba reduzindo o consumo. A maior população de microrganismos passa a competir com o hospedeiro pelos nutrientes presentes no lúmen, além de produzir toxinas que constituem outro efeito indesejável do aumento da microflora (NUNES, 2001).

1.2.2. Técnicas Utilizadas no Processamento da Soja Integral

O tratamento térmico do grão de soja integral, além de inativar os fatores antinutricionais ainda rompem a estrutura terciária das proteínas melhorando sua digestibilidade (LÁZARO et al. 2003).

Existem vários métodos para se processar o grão de soja cru, tais como, tostagem por tambor rotativo, tostagem por vapor úmido, tostagem por vapor seco, tostagem por “jet sploder”, micronização, extrusão úmida ou seca e microondas. No entanto, alguns autores (PINHEIRO, 1993; MARTINS, 1995; SAKOMURA et al, 1996) consideram a tostagem e a extrusão como os principais métodos para o processamento dos grãos de soja crus.

Na autoclavagem ou tostagem à vapor o equipamento consiste em uma ou mais tubulações com uma rosca transportadora em seu interior que movimenta a

soja enquanto a submete diretamente ao vapor, com baixa pressão. São máquinas que produzem de 1,5 a 3,0 t/h, com auxílio de caldeira, à óleo ou à lenha, para produção do vapor. Os grãos são processados inteiros e em seguida levados a um secador que reduz a umidade a 10 – 20%. A soja pode ser armazenada desta forma desativada, ainda com grãos inteiros, desde que tenham sido adequadamente processados. Nas análises da soja processada por este método pode ser observado que 90% está dentro do padrão e 10% encontra-se com valores de atividade ureática ainda elevados (NETO, 1988).

THOMASON (1988), afirma que o tamanho dos grãos pode afetar a eficiência do processo. Grãos maiores ou menores que a média podem estar sendo sub ou superprocessados e o mesmo pode acontecer com grãos quebrados.

Na micronização o grão de soja passa por um processo de limpeza, entra por uma moega dosadora e vai até uma esteira vibratória de ladrilhos cerâmicos refratários que estão sob queimadores de gás, estes produzem raios infravermelhos como fonte de calor. Durante os cinco minutos de passagem pela esteira, os raios infravermelhos penetram no grão movimentando as moléculas que vibrarão de 60 a 150 mil megaciclos por segundo aquecendo o grão que é vaporizado com sua própria umidade. O grão fica inchado e com fissuras internas e passa por um cilindro que lamina o produto, após ter passado por um tanque de maturação redondo com agitadores onde há o resfriamento do produto. A soja laminada deve ser então moída para posterior uso em rações (NETO, 1992).

O método de tostagem por ar quente ou “Jet-Sploder” consiste em fazer passar entre os grãos uma corrente de ar quente (140 a 190°C) que promove o cozimento rápido e a expansão dos grãos, a temperatura do ar que passa repentinamente entre os grãos contidos no interior de um tubo é de 315°C. Na saída do tubo o ar encontra-se com temperatura variando de 120 a 200°C. Este gradiente de temperatura provoca, em um minuto, a elevação da temperatura do grão acima do ponto de ebulição da água (140 – 145°C) e é submetido a uma alta pressão, o que provoca a ruptura da estrutura do grão. Ao sair do tubo, o grão é laminado por dois compressores e, após ser resfriado, é moído (NETO, 1992).

A extrusão é um processo que consiste na aplicação de altas temperaturas (140 a 170°C) por curtos períodos de tempo (cerca de 90 segundos). Há no mercado dois tipos de processos para extrusão; a extrusão a seco e a extrusão a vapor (MATEOS, 2002).

Para SAKOMURA (1996) a extrusão é um processo em que alimentos úmidos, amiláceos e proteínicos são cozidos por meio de uma combinação de pressão, calor e cisalhamento (quebra) mecânico.

Na extrusão a seco o grão é empurrado pelo condicionador para dentro da rosca extrusora que é composta por roscas sem fim com obstáculos que fazem com que em um período de 30 a 40 segundos seja atingida uma pressão de 30 a 60 atmosferas. Com esta pressão não há liberação da água dos grãos, pois a pressão de evaporação da água é menor que a pressão interna do extrusor a 130-140 °C. Entretanto, logo na saída da soja, a pressão é aliviada e ocorre uma rápida expansão dos grãos e uma intensa evaporação da água. Esta perda de água faz com que a temperatura do produto caia de 130 para 80 °C em segundos e a gordura que estava efervescente e extracelular é rapidamente absorvida e expandida, com excelente digestibilidade (NETO, 1992).

A extrusão úmida ocorre mediante um pré-cozimento à vapor antes da extrusão, exigindo também injeção de vapor na extrusora. O objetivo deste condicionamento antes da extrusão é obter uma mistura homogênea, uniformemente umedecida e pré-aquecida. Ao final, para sua conservação durante a estocagem, comercialização e consumo, a soja extrusada passa por secadores, permitindo reduzir a umidade do produto a níveis adequados (9 a 12%), tendo em vista que a adição de água eleva a umidade para 19 – 25% (BATAGLIA, 1990).

Segundo BATAGLIA (1990) o tratamento por extrusão a baixos níveis de umidade resulta em baixa aceitação do produto, maior perda de vitaminas e destruição de aminoácidos devido ao aumento do atrito e cisalhamento dentro do cilindro extrusor, além de que a presença de umidade auxilia na gelatinização do amido e desnaturação das proteínas.

1.2.3. Efeito do Processamento da Soja Sobre as Características Nutricionais

A soja crua ou mal processada apresenta redução na digestibilidade do extrato etéreo, da proteína, na disponibilidade de aminoácidos, promovendo aumento de secreção pancreática, sendo estes efeitos mais marcantes quanto mais jovens forem os animais.

Sabe-se que a morfologia do trato intestinal e das glândulas anexas pode ser influenciada por fatores antinutricionais. Apesar disso, a literatura é bastante escassa em relação à morfologia do trato intestinal de aves e suínos. Os trabalhos que relatam diferenças são apresentados comparando o trato intestinal entre aves de postura e de corte com diferentes graus de seleção. Com relação aos efeitos nutricionais da soja na morfologia do trato gastrintestinal são também escassas as informações em aves, mas em suínos têm se demonstrado que rações com farelo de soja podem influenciar na área total das vilosidades de animais jovens pós desmame (DUNSFORD et al., 1989).

A comparação, em ensaio biológico, entre os diferentes métodos testados permite inferir que o calor úmido é mais efetivo do que o calor seco para o processamento da soja integral. Porém, vários métodos, quando devidamente padronizados oferecem potencial para melhorar a qualidade nutricional da soja integral crua (WHITE et al., 1967; GIACHETTO, 1995). Quando comparamos a composição da soja integral obtida pelos vários métodos constatamos diferenças marcantes na sua digestibilidade (MARTY e CHAVEZ, 1993).

1.2.3.1. Digestibilidade da gordura

O uso de óleo vegetal na ração animal, principalmente de soja que é rico em ácidos graxos insaturados, e é mais facilmente absorvido do que gorduras pobres nesses ácidos graxos propiciam maior aproveitamento da energia. Além disso, os óleos vegetais proporcionam benefício para o desempenho animal por melhorar a digestibilidade, reduzindo a taxa de passagem dos alimentos pelo trato gastrintestinal, e por aumentar a preferência dos frangos.

A principal fonte de energia da soja integral, o óleo, está preso dentro das células e, talvez por este motivo não seja bem digerido pelas aves. Sendo assim, a ruptura das células e conseqüente exposição do óleo, causada pela extrusão, seria o motivo para sua maior energia metabolizável.

Fazendo uma comparação entre métodos de processamento WHITE et al. (1967) determinaram valores de 85,13; 84,66; 83,99; 83,43 e 78,84% de

digestibilidade da gordura do farelo de soja, soja extrusada, cozida por raios infravermelhos, tostada e floculada crua, respectivamente. Estudos de energia metabolizável entre alguns métodos de processamento da soja integral foram conduzidos por McNAB (1985). Os resultados mostram que a soja extrusada apresenta maiores valores de energia metabolizável.

MARTINS (1995) considera a possibilidade de que a energia a mais na soja extrusada em relação à tostada não esteja apenas relacionada a uma maior digestibilidade de seu óleo, mas principalmente a uma quantidade maior de óleo por unidade de peso, ou seja, mais matéria seca.

Baseados no pressuposto de que a energia da soja tostada para aves é menor do que a esperada, devido a menor disponibilidade do óleo contido em suas células, CAREW e NESHEIM (1962) realizaram dois experimentos para verificar o efeito da peletização sobre o desempenho, absorção de gordura e energia metabolizável da soja integral tostada incluída na dieta de frangos de corte. Os resultados indicam que a peletização eleva a energia da soja e das dietas como um todo para aves, provavelmente por elevar a disponibilidade e conseqüente absorção do óleo da soja. Resultados semelhantes foram obtidos por KAN et al. (1988).

PINHEIRO (1993) comparou rações experimentais sendo uma à base de milho, farelo de soja e óleo de soja, chamada de testemunha positiva, outra à base de milho e farelo de soja sem adição de óleo de soja, chamada de testemunha negativa. Os demais tratamentos consistiram na inclusão de 7, 14, 21, 28 e 35% de soja integral tostada a vapor na testemunha negativa. Neste ensaio foi observado que aves até os 20 dias de idade obtiveram ganho máximo de peso com nível de 24% de inclusão de soja integral tostada a vapor demonstrando que pode haver um limite para o aproveitamento da soja integral tostada a vapor, entretanto este comportamento não foi observado em aves aos 41 e 49 dias de idade, indicando uma adaptação fisiológica aos altos níveis de soja integral.

Várias metodologias podem ser empregadas para avaliar a digestibilidade da soja. Mas, independentemente da metodologia experimental empregada, a soja extrusada apresenta maiores coeficientes de digestibilidade dos lipídios, bem como, maiores valores de energia metabolizável, quando comparada ao farelo de soja mais óleo e à soja integral tostada. Por outro lado, a soja integral desativada apresenta os menores coeficientes de digestibilidade dos lipídios, mas os valores de energia

metabolizável se equivalem àqueles do farelo de soja mais óleo (ZANELLA, 1998; CAFÉ, 2000a; FREITAS et al., 2002).

1.2.3.2. Digestibilidade da proteína e a disponibilidade de aminoácidos

A redução da digestibilidade da proteína parece ser o fator determinante sobre a depressão do crescimento das aves observado quando estas são alimentadas com soja crua ou subprocessada. O tratamento térmico é o fator que mais afeta a qualidade nutricional da proteína da soja, exercendo um efeito benéfico da ordem de 3 a 11% na digestibilidade da proteína (SAKOMURA, et al.1996; MARTINS,1995; PINHEIRO, 1993; SAKOMOTO, 2002).

BIELORAI et al. (1972) demonstraram, retirando amostras do conteúdo intestinal de aves que ingeriram soja crua, que os níveis de aminoácidos livres são muito inferiores àqueles encontrados no intestino de aves que consumiram soja tostada. As diferenças foram particularmente pronunciadas com seis aminoácidos essenciais (valina, cistina, metionina, isoleucina, tirosina e fenilalanina), provando que houve uma redução na digestibilidade da proteína da dieta.

DALE (1997) apresenta um resumo de experimentos desenvolvidos para avaliar o efeito da sobretostagem do farelo de soja no desenvolvimento de frangos de corte. O autor mostra que a soja sobretostada, com índice de solubilidade de 75%, quando oferecida a frangos de corte até 18 dias de idade, responde somente a suplementação de lisina. Adições de metionina e treonina, isoladas ou em conjunto com a lisina, não melhoram o desempenho das aves.

Os aminoácidos respondem de maneiras diferentes ao processamento térmico. Para a lisina, treonina, metionina e triptofano, o calor induz trocas na estrutura da molécula que prejudica levemente a digestibilidade ileal. Já a isoleucina e a valina, que possuem cadeia ramificada, parecem ser menos suscetíveis aos efeitos do calor. Segundo PICKFORD (1992) a cisteína, lisina, arginina, treonina e a serina são os aminoácidos mais sensíveis ao calor.

ANDERSON-HAFERMANN et al. (1992), observaram que a digestibilidade da lisina aumenta de 73 para 87% e a digestibilidade da metionina de 65 para 83% quando os grãos de soja crua são autoclavados por 18 minutos. Por outro lado, quando um farelo de soja, já tratado termicamente, com 91 % de lisina digestível é submetido à autoclave há uma queda acentuada na digestibilidade com o tempo de autoclavagem (PARSONS, 1992), caracterizando assim, os efeitos negativos do superprocessamento. O efeito do excesso de aquecimento sobre a lisina é explicado pela reação de Maillard na qual grupos amino livres se ligam a grupos carbonil livres. Além da lisina os outros aminoácidos mais afetados pelo excesso de calor são a treonina, cistina, leucina, histidina e arginina (ANDERSON-HAFERMANN et al., 1992; PARSONS, 1992).

BARTH et al. (1993) em experimento com suínos fistulados também observaram que o inibidor de tripsina da soja afeta o balanço de nitrogênio, principalmente pela perda de aminoácidos através da secreção endógena, quando comparada com a perda de aminoácidos da dieta. JACKSON e DALIBARD (1995) também comentam que a digestibilidade da proteína e dos aminoácidos pode ser afetada pelo tipo de processamento da soja. Os autores apresentam coeficientes de digestibilidade verdadeira da proteína, lisina, metionina, cisteína e treonina, determinados para a soja integral com aves, de 71, 74, 64, 61 e 66%, para a soja não tratada; 82, 81, 82, 76 e 79%, para a soja tostada e 88, 88, 86, 77 e 85%, para a soja extrusada, respectivamente.

1.2.3.3. Composição nutricional

As variações na composição química e energética da soja integral processada e do farelo de soja podem ser encontradas nas várias tabelas de referência (NRC, 1994; ROSTAGNO, 2005; FEEDSTUFFS, 2002). As variações ocorrem, principalmente, devido às diferenças de variedades, procedência dos grãos e processamentos utilizados para inativação dos fatores antinutricionais (BORGES et al., 2003).

Em geral a soja integral tostada apresenta coeficientes de digestibilidade menores que o farelo de soja e a soja integral extrusada. Os coeficientes de digestibilidade para os aminoácidos da soja integral são inferiores àqueles

encontrados para o farelo de soja. BELLAYER (1998) propõe coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos para suínos maior que aqueles propostos por ROSTAGNO (2005) e NRC (1998). Para aves, ROSTAGNO (2005) propõe coeficientes maiores do que AJINOMOTO (2001) e CAFÉ (2000b).

Os dados das tabelas de referência evidenciam que o balanço de aminoácidos digestíveis da soja integral tostada e da soja integral extrusada atende ao balanço de aminoácidos da proteína para frangos de corte, exceto em aminoácidos sulfurados. BAKER e HAN (1994), DEGUSSA (1997), AgROSS (2000), sugerem relação de treonina: lisina 67 a 70%, 60% e 63 a 65% respectivamente, para a fase inicial e de crescimento. Para suínos, ROSTAGNO (2000) recomenda a relação de 66, 68 e 70% para treonina, demonstrando que tanto para aves como para suínos a treonina pode ou não ser considerada como tendo um balanço ideal na soja integral.

1.2.4. Utilização de Enzimas Exógenas

A história do uso das enzimas começa em 1958, com pesquisadores da Universidade do Estado de Washington, Mc Ginnis e Jensen, os quais descobriram que umedecendo determinados grãos de cereais antes do fornecimento poderia melhorar o desempenho das aves. Mais tarde os autores sugeriram que o fenômeno se devia à liberação de enzimas, posteriormente verificaram que o pré-umedecimento poderia ser substituído pela adição de uma amilase microbiana. Alguns anos mais tarde, o interesse se desenvolveu na Europa onde muitos países possuem a agricultura baseada no plantio da cevada. Descobriram que a β -glucanase era a enzima específica que poderia melhorar o desempenho da ave e eliminar problemas de cama ocasionados por dietas baseadas em cevada. Depois foi descoberto que arabinoxilanases (pentosanases) tinham o mesmo efeito sobre o trigo e o centeio (CANTOR, 1995).

De acordo com VIEIRA (2002), a maior parte dos carboidratos dos grãos de cereais está na forma de amido, que é de fácil digestão pelas aves. Outros carboidratos ocorrem sob concentrações variadas nos cereais e farelos protéicos. Dentre esses, os principais são polissacarídeos como a celulose, hemicelulose, pentosanas, e oligossacarídeos como a estaquiase e rafinose que são de baixa

digestibilidade para as aves. Dessa maneira, esses últimos pouco contribuem para o fornecimento de energia total para as aves. Alguns podem até provocar efeitos adversos na digestão quando em concentrações altas, caso típico dos β -glucanos que além de terem baixa digestibilidade aumentam a viscosidade do bolo alimentar, prejudicando a absorção de outros nutrientes.

As enzimas endógenas produzidas pelas aves são específicas para carboidratos com ligação alfa, tais como o amido, não atuando sobre carboidratos com ligação beta e oligossacarídeos contendo galactose. Os oligossacarídeos, tais como a estaquiose e rafinose, presentes em muitas leguminosas, não são absorvidos no intestino delgado, a utilização destes carboidratos, portanto, só é possível após a quebra dos oligossacarídeos em monossacarídeos, através de enzimas exógenas (FERNANDES e MALAGUIDO 2004).

A utilização de enzimas tem sido o procedimento mais adotado para reduzir de maneira significativa os inconvenientes provocados pelos polissacarídeos não amiláceos. A viabilização técnica e econômica das enzimas é um marco muito importante, pois permite a utilização de alguns alimentos que devido a sua composição não estão sendo bem empregados (NUNES et al., 2001).

RODRIGUES et al., (2003) realizaram um experimento com frangos de corte para avaliar a digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com seis variedades distintas de milho, suplementadas com complexo enzimático (xilanase, amilase e protease). Os autores observaram que as variedades influenciaram o desempenho das aves, a digestibilidade dos nutrientes e os valores energéticos das rações e que a digestibilidade ileal da proteína bruta, do amido e a energia digestível ileal das rações melhorou com a suplementação enzimática.

GARCIA et al., (2000) encontraram melhora efetiva na utilização de energia metabolizável, proteína e aminoácidos (met, met+cist e lis) em 9; 7 e 5% respectivamente das rações formuladas com soja integral extrusada e farelo de soja adicionadas de um complexo multienzimático (α -galactosidases, pectinases, celulasas e proteases). Entretanto as enzimas não promoveram melhoria no desempenho de frangos de corte (1-42 dias) e não exerceram influência sobre o fluxo de nutrientes na digesta ileal de frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade.

CLEMENTINO et al., (2002) testaram o efeito de um complexo enzimático a base de alfa-amilase, xilanase e protease sobre o desempenho de frangos de 1 a 21

dias. Os tratamentos constaram de cinco dietas, sendo a controle negativo sem enzima, controle positivo com 0,75% de enzima e as outras três dietas com 1%, 2% e 3% dos níveis protéicos e energéticos reduzidos e substituídos por 1, 2 e 3% da enzima respectivamente. Os autores encontraram efeito da enzima sobre o ganho de peso e conversão alimentar, sendo que os melhores resultados foram obtidos pelos animais que receberam ração sem redução dos níveis nutricionais com 0,75% de enzima (810g de ganho de peso e 1,389 de conversão alimentar). No entanto as aves que tiveram os níveis nutricionais reduzidos em 2% com adição de enzimas obtiveram resultados satisfatórios (807g de ganho de peso e 1,382 de conversão alimentar).

COSTA et al., (2004), também testaram o efeito de um complexo multienzimático a base de alfa-amilase, xilanase e protease em rações de frangos de corte sobre o desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal das aves. Foram elaboradas cinco dietas, sendo a controle negativo sem enzima, controle positivo com 0,1% de enzima e as outras três dietas com 1%, 2% e 3% dos níveis protéicos e energéticos reduzidos, porém com 0,1%, 0,2% e 0,3% de adição de complexo enzimático respectivamente. O complexo enzimático teve influência sobre a conversão alimentar no período inicial e sobre o consumo de ração na fase de crescimento. Os autores não observaram efeito sobre o rendimento de carcaça e gordura abdominal aos 42 dias de idade. Com relação ao período total do experimento os autores verificaram que os melhores resultados de ganho de peso e conversão alimentar e gordura abdominal foram obtidos no tratamento controle positivo (3.100 kcal EM/kg e com adição de 0,1 EU/kg de ração).

BRITO et al., (2003) avaliou o efeito do complexo multienzimático (protease, celulase e amilase) em rações com soja integral extrusada (subprocessada, normal e superprocessada) sobre a digestibilidade da proteína bruta, da matéria seca e da energia digestível ileal aparente, demonstrou que o maior efeito da adição da enzima foi na ração formulada com soja extrusada subprocessada quando comparada as demais. De maneira geral o complexo enzimático proporcionou melhora na digestibilidade ileal da matéria seca, da proteína bruta e da energia digestível ileal aparente, correspondendo a um aumento de 4,82%, 1,33% e 4,95%, respectivamente.

FISCHER et al. (2001), avaliaram a inclusão de um complexo enzimático a base de proteases amilases e celulases sobre o ganho de peso corporal e

conversão alimentar de frangos (1 a 35 dias) alimentados com rações a base de milho e farelo de soja, com teores protéicos, energéticos e de aminoácidos normais e superestimados. Neste estudo foi observado que somente na última semana experimental houve efeito significativo entre os tratamentos que foram adicionados de enzimas. Os tratamentos com inclusão de enzima foram inferiores aos tratamentos com ração normal sem enzima e com ração com níveis energético, protéico e de aminoácidos do farelo de soja superestimados em 5% sem enzima.

TORRES et al. (2003), estudaram três níveis de inclusão de complexo enzimático (0,5; 1,0 e 1,5 g/kg de ração) contendo α -amilase, protease e xilanase em rações a base de milho e farelo de soja com níveis protéicos normais (21,18; 19,95 e 19,43% de PB) e reduzidos (20,54; 19,35 e 18,46% de PB) e níveis energéticos normais (3.000; 3.100 e 3.200 kcal/kg) e reduzidos (2.910; 3.007 e 3.040 kcal/kg), sobre o desempenho de frangos de corte (1 a 42 dias de idade). Os autores verificaram que a utilização de enzimas digestivas exógenas melhorou o desempenho das aves aos 21 dias de idade, com melhora na conversão alimentar, redução do consumo de ração e maior fator europeu de produção aos 21 dias de idade. Aos 42 dias manteve-se o mesmo desempenho zootécnico observado nas aves alimentadas com dietas que apresentavam níveis nutricionais normais. No estudo da interação dos níveis de enzima x proteína mostrou que a adição de 0,5 g/kg de enzima na dieta com nível de proteína reduzido resultou em maior ganho de peso das aves.

1.2.5. Efeito da Granulometria

O tamanho das partículas do alimento e a forma física da ração influenciam sua velocidade de passagem no trato gastrointestinal (MACARI et al., 1994).

Aves alimentadas com rações fareladas com granulometria fina podem ter seu consumo reduzido e conseqüentemente obterem menor ganho de peso. Contudo aves que recebem rações com granulometria mais grossa tem a velocidade de passagem das partículas maiores, da moela para o intestino, reduzida resultando em melhor ganho de peso (NIR, 1994).

A granulometria tem grande importância na regulação do consumo, existindo por parte das aves, uma preferência a dietas compostas por partículas maiores, em relação às finamente moídas (DAHLKE 2000).

LOTT et al. (1992), realizaram um experimento para avaliar o efeito da temperatura, níveis de energia e tamanho das partículas do milho sobre o desempenho de frangos. Os resultados obtidos com relação à granulometria demonstraram que animais que ingeriram ração com granulometria do milho menor apresentaram melhor desempenho.

DAHLKE (2000) verificou que rações fareladas com granulometria mais fina resultaram em conversão alimentar e ganho de peso inferiores quando comparadas às rações com granulometria mais grossa. Segundo o autor isso se explica devido ao fato de haver menor ingestão de ração por parte das aves.

A escolha do tamanho adequado da partícula não está associada à composição química da ração. Os pintinhos preferem a ração com partículas maiores que 1,8mm e, quando mais velhos, maior que 2,36mm (PORTELLA et al. 1988).

LÓPEZ e BAIÃO (2004), estudando o efeito do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte, verificaram que o consumo de ração não foi influenciado pela granulometria, para conversão alimentar houve interação entre a granulometria e a forma física da ração, a forma física e a granulometria não tiveram influência sobre o rendimento de carcaça.

1.2.6. Formulação de Rações com Conceito de Proteína Ideal

As aves não apresentam alta exigência em proteína bruta, mas precisam de quantidade suficiente para reserva de nitrogênio e síntese de aminoácidos não essenciais. O excesso de aminoácidos na dieta não contribui para melhorar o desempenho do animal, ou seja, não são utilizados eficientemente. Os aminoácidos em excesso sofrem desaminação e o nitrogênio é excretado como ácido úrico pelas aves, sendo que esse processo reflete em gasto energético para o animal (CANCHERINI et al., 2004).

O excesso de aminoácidos resulta em uma inconveniente sobrecarga do fígado e dos rins, pois os mesmos são desaminados até ácido úrico, subindo o nível desse composto no sangue. Além disso, parte da proteína não utilizada fornecerá o esqueleto carbônico para a formação de gorduras que serão depositadas no organismo da ave. Dessa forma níveis excessivos de proteína na ração não

significam apenas alto custo da formulação, mas também prejuízos quanto ao desempenho produtivo (ARAUJO et al., 2002).

Vários são os fatores que afetam as exigências em aminoácidos das aves, entre eles, níveis nutricionais, idade do animal, genética e sexo, sendo, portanto, praticamente impossível determinar individualmente as exigências para cada aminoácido, porém o uso do conceito de proteína ideal permite a fácil adaptação a diferentes condições. Este conceito é uma ferramenta de redução do custo da ração a partir da flexibilização do nível protéico mínimo e da melhor utilização de ingredientes alternativos (SUIDA, 2001).

Conforme EMMERT e BAKER (1997), proteína ideal pode ser definida como o balanço exato dos aminoácidos, sem deficiências ou excessos, com o objetivo de satisfazer as exigências absolutas de todos os aminoácidos para manutenção e máximo ganho de proteína corporal, reduzindo assim o uso de aminoácidos como fonte de energia e promovendo menor excreção de nitrogênio. A lisina foi o aminoácido escolhido pelos pesquisadores como referência. Os outros aminoácidos têm seus requerimentos ajustados como percentuais em relação à lisina. Para uma proteína ser considerada ideal, todos os aminoácidos devem estar presentes na ração nos níveis exatos para manutenção e deposição máxima de proteína.

BELLAVER et al., 2001, conduziram um experimento com o objetivo de comparar formulações de dietas utilizando o conceito de proteína ideal e farinha de vísceras em substituição ao farelo de soja em dietas para frangos de corte. Os resultados obtidos puderam indicar que a formulação incluindo 20% de farinha de vísceras na fase inicial e 25% na fase de crescimento em substituição ao farelo de soja melhorou o desempenho até os 21 dias e não alterou o desempenho até os 42 dias em dietas formuladas dentro do conceito de proteína ideal. Com esses resultados o autor concluiu que a formulação com base na proteína ideal será tão mais eficaz, quanto mais forem os ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja.

Ocorrem muitas variações na composição nutricional das farinhas de origem animal devido aos diferentes sistemas de processamento, temperatura, tempo de cozimento e secagem e pela proporção dos componentes no produto. Essa variabilidade nutricional tem influência nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos das farinhas de carne e ossos, penas e vísceras (NASCIMENTO et al., 1997).

ROSTAGNO et al., (1995), conduziram um experimento, comparando uma dieta padrão com alta digestibilidade a base de milho e farelo de soja, com outras duas utilizando 37% de ingredientes alternativos (sorgo, farelo de arroz, farinha de vísceras de aves farinha de penas e farinha de carne) para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. Uma das dietas com ingredientes alternativos foi formulada com base no conceito de aminoácidos totais equivalente ao da dieta padrão e a outra foi formulada com base no conceito de aminoácidos digestíveis também equivalentes ao da dieta padrão com conseqüente ajuste dos níveis de lisina e metionina+cistina, via inclusão de metionina e lisina industrial. Os resultados demonstraram que o ajuste de níveis nutricionais de lisina e metionina+cistina, via lisina e metionina industriais, da dieta com ingredientes alternativos, suportou desempenho equivalente dos frangos que receberam a dieta padrão.

1.2.7. Formulação de Rações com Ingredientes Alternativos

Ao avaliar um programa de alimentação para frangos, pode-se perceber que 90% dos componentes são de origem vegetal, 9% de origem animal, 0,4% de origem mineral e 0,6% premix (vitaminas, aminoácidos e aditivos). Do ponto de vista de valores, 75% são provenientes de componentes vegetais, 12% de componentes animais, 0,3% de componentes minerais e 12,7% do premix.

As matérias primas “alternativas” obtidas da industrialização de produtos vegetais e animais apresentam grande amplitude em sua composição e valor nutricional, em função da origem e do tipo de processamento, além da variabilidade genética dos grãos. Vários são os fatores que interferem na utilização de matérias-primas alternativas nas rações para frangos, dentre os quais pode-se destacar a disponibilidade, custo e ralação com as demais matérias-primas, logística de transporte e armazenagem, densidade e forma física, presença de carboidratos complexos, exigências específicas de mercado, níveis nutricionais das rações, presença de fatores antinutricionais, palatabilidade, nível de fibra elevado o que diminui a digestibilidade dos nutrientes e o nível de energia do ingrediente (LUCESI e JUSTINO, 2003).

Vários são os trabalhos de pesquisas executados em função da utilização de alimentos não-convencionais, tais como sorgo, farelo de canola, farelo de arroz gérmen de milho, farelo de girassol, trigoilho, triticale, aveia, cevada, farinha de

penas, farinha de vísceras, farinha de carne, entre outros, na alimentação das aves, ou mesmo de alimentos submetidos a diferentes processamentos.

NASCIMENTO et al. (1997), observaram que com o aumento do nível de inclusão de farelo de canola na ração (10 a 40%), ocorreu uma redução no ganho de peso e consumo de ração dos frangos de corte. Segundo MURAKAMI et al. (1995), o uso de canola em substituição ao farelo de soja pode ser em torno de 20%, ficando em função dos preços dos insumos. Na fase de 21 a 40 dias, MURAKAMI et al. (1997), verificaram que esta inclusão pode ser feita até o nível de 33%, sem que haja efeito prejudicial no desempenho das aves. Para todas as fases dos frangos de corte, BRUM et al. (1998), recomendam utilização em até 30% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.

O farelo de girassol é um subproduto da indústria de óleos vegetais, resultante da moagem de semente de girassol, no processo industrial da extração do óleo podendo ou não conter a casca. É caracterizado como um concentrado protéico de boa qualidade capaz de compor as rações de diferentes espécies animais (MANDARINO, 1992). Segundo SENKYOKU e DALE (1999), os principais pontos negativos relacionados ao seu aspecto nutricional são os teores de fibra alta e os baixos níveis de lisina. Assim, propuseram que, para uso em rações de aves, as amostras de farelo de girassol devem ser pobres em fibra, peletizadas para facilitar a sua armazenagem pela baixa densidade, testadas quanto à solubilidade da proteína e, quando misturado nas dietas, suplementadas com óleo e lisina. Além disso, faz-se necessário acrescentar enzimas, devido à alta quantidade de polissacarídeos não amiláceos.

O tritcale é um cereal híbrido, resultante do cruzamento interespecífico entre o trigo duro e o centeio. Comparando com o milho, que é a fonte de energia nas dietas de aves e suínos, o tritcale possui maior concentração de proteína e menor de energia. RAO et al. (1976), determinaram a energia metabolizável de quatro cultivares de tritcale e encontraram o valor médio de 2948 Kcal/kg que é inferior a energia metabolizável do milho (3086 kcal/kg). Quanto à proteína, o tritcale apresenta melhor balanceamento de aminoácidos do que o milho e sorgo, incluindo maior teor de lisina e metionina. No entanto, as dietas onde o milho foi substituído por tritcale ainda apresentaram como aminoácido limitante a metionina para aves (LIMA e VIOLA, 2001).

O sorgo apresenta maior proporção de proteína se comparado ao milho, porém o perfil de aminoácidos essenciais é menor, bem como a concentração de energia que é 5% inferior (NRC, 1994). Como a maioria dos grãos, o sorgo tem como aminoácidos limitantes a lisina, metionina e treonina. Alguns estudos sugerem que a suplementação de metionina em dietas contendo sorgo compensou o baixo ganho de peso devido aos altos níveis de tanino presente no sorgo, devido a metionina ser o primeiro aminoácido limitante para as aves (COELLO, 2000).

Por ser desprovido de xantofilas a inclusão do sorgo reduz a pigmentação da pele e da gema. A correção dessa limitação pode ser feita com uso de pigmentantes naturais ou sintéticos.

O gérmen integral de milho é definido como o resultado da trituração do gérmen, do tegumento e das partículas amiláceas, obtidos por extração mecânica, e com alto teor de extrato etéreo. O gérmen compõe cerca de 13% do peso total do milho grão e pode ser utilizado como concentrado energético. Pode, ainda, ser submetido ao processo de extração de gordura por solvente, gerando o gérmen de milho desengordurado, rico em proteína (10,8% de proteína bruta) e com 2.393kcal/kg de energia metabolizável (BUTOLO et al., 1998).

Em um experimento desenvolvido por BRITO et al. (2005), o gérmen integral de milho não melhorou os valores de desempenho na fase pré-inicial para frangos de corte, mas se mostrou eficaz para as outras fases de criação com níveis de inclusão de 21,9%, 22,5% de gérmen integral de milho, sem restrição de uso na fase final. O rendimento de carcaça não foi afetado pela substituição do milho pelo gérmen integral de milho, porém houve redução da percentagem de gordura abdominal.

O trigo contém quantidades relativamente altas de polissacarídeos não amiláceos (pentosanas principalmente na forma de arabinoxilanos e xilose e pequena proporção de beta-glucanos), que aumentam a viscosidade intestinal, diminuem a velocidade de passagem dos alimentos e reduzem a digestibilidade dos nutrientes (WARD, 1995).

Utilizando dietas isocalóricas e isoprotéicas para frangos de corte, com e sem trigo e substituindo 50 ou 100% do milho por trigo, BRUM et al. (1999), observaram melhor peso corporal e ganho de peso nas aves alimentadas com rações contendo

trigo, comparando-se às dietas sem trigo, entretanto, não houve efeito do consumo de ração e conversão alimentar. Quanto aos níveis de substituição do milho pelo trigo, não foram verificados efeitos sobre o peso corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

O grão de arroz e seus subprodutos (farelo de arroz, integral ou desengordurado, quebrados, quireras e óleo de arroz) constituem bons substitutos ao grão de milho, na alimentação de monogástricos (COSTA, 2001). O farelo de arroz é, entre os alimentos de origem vegetal, o que possui uma das maiores porcentagens de P total (1,5%), enquanto o milho possui 0,28% e o farelo de soja, 0,65% (NRC, 1994). Por outro lado, é o alimento que possui uma das menores taxas de disponibilidade de P, devido ao seu alto teor de fitato. Segundo NELSON (1967), o farelo de arroz tem de 5,1% a 8,6% de fitato na sua composição, embora a maioria dos demais cereais possua entre 1% e 2% de fitato. A energia metabolizável para aves da quirera de arroz, farelo de arroz e arroz desengordurado é de 33150, 2534 e 1808 kcal/kg respectivamente e o proteína bruta 88,04, 89,30 e 89,60% respectivamente (ROSTAGNO, 2005).

A farinha de vísceras é obtida através da cocção de vísceras de aves, sendo permitida a inclusão de cabeças e pés. Não deve conter penas, resíduos de incubatórios e outras matérias estranhas à sua composição, nem mesmo, deve apresentar contaminações com cascas de ovos. Por ser resultante do processamento de resíduos e ter gordura em sua composição, pode deteriorar-se com facilidade, de modo que são importantes análises de acidez, rancidez e índice de peróxido para avaliar a conservação (BELLAYER, 2005).

A análise de digestibilidade é necessária para avaliação da qualidade do processamento da farinha. Se a farinha tiver muito sangue a digestibilidade será elevada, mas este não é um indicativo de bom processamento. Utiliza-se restringir a inclusão em 4% nas fases de crescimento e terminação de frangos, dependendo da participação de outras matérias primas de origem animal (LUCESI e JUSTINO, 2003).

A farinha de penas é o produto obtido da cocção, sob pressão, de penas limpas e não decompostas, obtidas no abate de aves. Contém alto teor de proteína bruta, mas de 85% a 90% dessa proteína é queratina, que, em virtude de sua estrutura e da grande quantidade de aminoácidos sulfurados, possui baixa

solubilidade e alta resistência à ação de enzimas devendo então ser hidrolisada, a fim de ser metabolizada pelos animais (SCAPIM et al., 2003).

A farinha de sangue é proveniente da dessecação do sangue fresco de animais abatidos. Além de apresentar alto conteúdo protéico, é também rica em lisina. Porém sua utilização tem sido restrita principalmente por problemas na produção (temperaturas elevadas no cozimento e na secagem) o que afetam digestibilidade e a disponibilidade de aminoácidos, causando baixos índices de crescimento e empenamento deficiente em aves (BUTOLO, 2002).

A farinha de carne e ossos é produzida em graxarias através da coleta de resíduos, ou em frigoríficos a partir de ossos e tecidos, após a desossa completa da carcaça de bovinos, ovinos ou suínos, moídos, cozidos, prensados para extração de gordura e novamente moídos. Não deve conter sangue, cascos, unhas, pêlos, conteúdo estomacal. Não deve conter matérias estranhas. Deve ter no mínimo 4% de fósforo e o cálcio não deve exceder a 2,2 vezes o nível de fósforo (BELLAYER, 2005).

A farinha de carne é proveniente do processamento industrial de tecidos de bovinos ou suínos, sem ossos. O processo de obtenção é semelhante ao da farinha de carne e ossos, porém o nível de fósforo não é superior a 4% e a proteína bruta é cerca de 55% (BELLAYER, 2005).

LITERATURA CITADA

AgROSS. **Manual de manejo de frangos AgROSS**, 2000, 104p.

AJINOMOTO. **True digestibility of essential amino acids for poultry**, 2001.

ANDERSON-HAFERMANN, J.C.; ZHANG, Y.; PARSONS, C.M. Effect of heating on nutritional quality of conventional and Kunitz trypsin inhibitor-free soybeans. **Poult. Sci.**, Champaign, v.71 p. 1700-1709, 1992.

ARAUJO, L.F., JUNQUEIRA, O.M., ARAÚJO, C.S.S. et al. Diferentes critérios de formulação de rações para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Rev. Br. Cienc. Avic.**, v.4 p.195-202, 2002.

BAKER, D.H., HAN, Y. Ideal protein and amino acid requirements of broiler chicks, **Proc. Degussa Technical Symp. E California Nutri, conf.**, p. 21-24, 1994b.

- BARTH, C.A. LUNDING B., SCHMITZ M., HAGEMEISTER H. Soybean trypsin inhibitor(s) reduce absorption of exogenous and increase loss of endogenous protein in miniature pigs. **J. Nutr.**, Bethesda, v.123 p.2195-2200, 1993.
- BATAGLIA, A.M. A extrusão no preparo de alimentos para animais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 3, 1990, Campinas. **Anais...** p. 73-81.
- BATISTA, R.B., OLIVEIRA M.G.A., PIRES C. V. et al. Caracterização bioquímica e cinética de lipoxigenases de plantas de soja submetidas à aplicação de ácidos graxos poliinsaturados. **Pesq. Agropec. Br.**, Brasília v37 n.11 p.1517-1524, 2002.
- BELLAVER, C., ZANOTTO, D.L., BRUM, P.R. et al. Coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos em ingredientes de rações determinados em suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu, **Anais...** p. 342-344, 1998.
- BELLAVER, C., SNIZEK, P.N.J., Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999, Londrina. **Anais...** p.183-196.
- BELLAVER, C. Substituição parcial do farelo de soja pela farinha de vísceras de aves em dietas balanceadas com base na proteína e aminoácidos totais ou digestíveis para frangos de corte. **Rev. Br. Cienc. Avic.** v.3 n.3 p. 233-240, 2001.
- BELLAVER, C. Limitações e Vantagens do Uso de Farinhas de Origem Animal na Alimentação de Suínos e de Aves. In: 2º SIMPÓSIO BRASILEIRO ALLTECH DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Curitiba, Paraná, 28 a 30 de agosto de 2005.
- BIELORAI, R., TAMIR, M., ALUMOT, E. The free amino acid pattern of the intestinal contents of chicks fed raw and heated soybean meal. **J. Nutr.**, Bethesda, n.102 p.1377-1382, 1972.
- BORGES, S.A., SALVADOR, D., IVANOVSKI, R. A. Utilização da soja desativada na dieta de monogástricos. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Campinas CBNA p.21-66, 2003.
- BRITO, A.B., STRINGHINI, J.H., CRUZ, C.P. et al. Effects of corn germ meal on broiler performance and carcass yield. **Arq. Br. Med. Vet. Zootec.**, vol.57, no.2, p.241-249, 2005.
- BRITO, C.O., ALBINO, L.F., ROSTAGNO, H.S. et al. Efeito da adição de complexo multienzimático em rações com soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria, **Anais...** CD-ROM.

- BRUM, P.A.R. A. Utilização de farelo de canola em dietas de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas. **Anais...** p.09, 1998.
- BRUM, P.A.R. A. Efeito do nível de trigo na dieta, porcentual de grãos germinados e a forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, São Paulo. **Anais...** p.10, 1999.
- BÜHLER, M., LIMPER, J., MÜLLER A. et al. Las enzimas en la nutrición animal. **Informativo AWT.** 48p, 1998.
- BUTOLO, E.A.F., NOBRE, P.T.C., LIMA, I.A.V. et al. Determinação do valor nutricional energético e nutritivo do gérmen de milho desengordurado para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, Campinas. **Anais...** p.40.
- BUTOLO, J. E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. **CBNA.** Campinas, 2002.
- CAFÉ, M.B. Utilização da soja integral na alimentação de aves. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 1996, Goiânia. **Anais...** p.19-31.
- CAFÉ, M.B., SAKOMURA, N.K, JUNQUEIRA, O.M. et al. Determinação do valor nutricional das sojas integrais processadas para aves. **Rev. Br. Cienc. Avic.**, v.2 p.67-74, 2000a.
- CAFÉ, M.B., SAKOMURA, N.K, JUNQUEIRA, O.M. et al. Composição e digestibilidade dos aminoácidos das sojas integrais processadas para aves. **Rev. Br. Cienc. Avic.**, v.2 p.59-66, 2000b.
- CANCHERINI, L.C., JUNQUEIRA, O.M., ANDEREOTTI, M.O. et al. Utilização de Subprodutos de origem animal em dietas para frangos de corte com base no conceito de proteínas bruta e ideal, no período de 43 a 49 dias de idade. **Rev. Br. Zootec.** v.33, n.6, p.2060-2065, 2004.
- CANTOR, A. Enzimas: usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia possibilidades para uso no Brasil. In: RONDA LATINO AMERICANA DE BIOTECNOLOGIA, 5, 1995, Curitiba. **Anais...** p.31-42.
- CAREW, L.B., NESHEIM Jr. M.C. The effect of pelleting on the nutritional value of ground soybean for the chick. **Poult. Sci.**, Champaing v.41 p.161-168, 1962.
- CHURELLA, H.R., YAO, B.C., THOMSON, W.A.B. Soybean trypsin inhibitor activity of soy infant formulas and its nutritional significance for the rat. **Jour.I of Agri. and Food Chem.** v.24, n.2, p.393-397, 1976.

- CLEMENTINO, R.H. COSTA, F.G.P., JÁCOME, I.M.T.D. et al. Efeito dos níveis de enzimas sobre o desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife, **Anais...** CD-ROM.
- COELLO, C.L. Los taninos em la alimentación de las aves comerciales . **Cienc. Anim. Br.** v.1 p.5-22, 2000.
- COSTA, F.G.P., CLEMENTINO, R.H., JÁCOME, I.M.T.D. et al. Utilização de um complexo multienzimático em dietas de frangos de corte. **Cienc. Anim. Br.** v.5 p.63-71, 2004.
- COSTA, P.T. Arroz na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Campinas CBNA p.77-84, 2001.
- DAHLKE, F. **Tamanho da partícula do milho e forma física da ração para frangos de corte e seus efeitos sobre o desempenho, dinâmica intestinal e rendimento de carcaça.** Porto Alegre, 2000. 98p Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- DALE, N.M. Formulando com soya processada. **Ind. Avíc.**, Illinois, v.44 n.3, p.52-53, 1997.
- DARI, R.L. Utilização de fitase na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Santos. **Anais...** p.127.
- DEATON, J.W., LOTT, B.D., BRANTON, S.L. Corn grind size and broilers reared under two temperature conditions. **J. Appl. Poult. Res.** v.4, p. 402-406, 1995.
- DEGUSSA, Amino acid recommendations for poultry. **Feed Formulation Guide**, 1997.
- DUNSFORD, B.R. KNABE, D.A., HAENSLY, W.E. Effect of dietary soybean meal on the microscopic anatomy of the small intestine in the early-weaned pig. **J. Anim. Sci.**, v.67 p. 1863-1885, 1989.
- EMMERT, J.L., BAKER, D.H.. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **J. Appl. Poult. Res.** v.6, p. 462-470, 1997.
- FEEDSTUFFS, 2002. Feedstuffs reference issue: Ingredient analysis table. **Feedstuffs.** 78 p. 2002.
- FERNANDES, P.C.C., MALAGUIDO, A. Uso de enzimas em dietas de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos. **Anais...** p.117, 2004.

- FISCHER, G., MAIER, J.C., RUTZ, F. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho e farelo de soja com ou sem adição de enzimas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba, **Anais...** CD-ROM.
- FREITAS, E.R., FUENTES, M.F.F., ESPÍNDOLA, G.B. Efeito do processamento nos valores de energia metabolizável da soja integral determinados por diferentes metodologias. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas. **Anais...** p.63, 2002.
- GARCIA, E.R.M., MURAKAMI, A.E., FURLAN, A.C. et al. Suplementação enzimática em rações contendo farelo de soja e soja integral extrusada e o desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...**
- GARCIA, E.R.M. MURAKAMI, A.E., BRANCO, A.F. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Rev. Soc. Br. Zootec.** v.29, n.5, p.1414-1426, 2000.
- GIACHETTO, P.F. **Utilização de diferentes fontes de calor na inativação térmica dos fatores antinutricionais da soja (Glycine max (L) Merrill), IAC-8' e seus efeitos no desenvolvimento de frangos de corte.** Jaboticabal, 1995. 98p. (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- JACKSON D. A., DALIBARD P. The measurement and validation of the technique of using digestible amino acids for diet formulation in poultry and swine. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, Campinas, **Anais...** p. 47-72, 1995.
- KAKADE, M.L. HOFFA, D.E., LIENER, I.E. Contribution of trypsin inhibitor to the deleterious effects of unheated soybeans fed to rats. **J. Nutr.**, Bethesda, v.103, p.1772-1778, 1973.
- KAN, C.A SCHEELE, C.W., JANSSEN, W.M.M.A. The energy content of full-fat soya beans in meal and pelleted feeds for adult cocks and broilers. **Anim. Feed Sci. Technol.**, Amsterdam, v.19 p. 97-104, 1988.
- KUNITZ, M. Crystallization of trypsin inhibitor from soybeans. **Science**, Washington, v. 101, p.668-669, 1945.
- LÁZARO, R., MATEOS, G.G., LATORRE, M.A., PIQUER, J. Whole soybeans in diets for poultry. **American Soybean Association.** 68p, 2003.
- LIENER, I.E. Significance for human of biologically active factors in soybeans and other food legumes. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, Champaign, v.56, p.99, 1979.

- LIENER, I.E. Factors affecting the nutritional quality of soy a products. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, Champaing, v.58, p.406-415, 1981.
- LOTT, B.D., DAY, E.J., DEANTON, J.W., MAY, J.D. The effect of temperature, dietary energy level and corn particle size on broiler performance. **Poult. Sci.**, Champaing v.71 p.618-624, 1992.
- LUCHESI, J.B, JUSTINO, E. Matérias primas alternativas na alimentação de frangos de corte e matrizes. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003, Campinas. **Anais...** p.137.
- MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNESP/UNESP, 1994. 296p.
- MANDARINO, J.G.M. Características bioquímicas e nutricionais do farelo de girassol. Londrina. Embrapa/CNPSo, 1992. 25p. (Documento 52).
- MARTINS, I.B. **Efeito do tratamento térmico sobre a qualidade nutricional do grão de soja no desempenho e na composição de carcaça de frangos de corte**. Porto Alegre, 1995. 170p Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MARTY, B.J., CHAVEZ, E.R. Effects of heat processing on digestible energy and other nutrient digestibilities of full-fat soybeans fed to weaner, grower and finisher pigs. **Can. J. Anim. Sci.**, Ottawa, v.73, p. 411-419, 1993.
- MATEOS, G.G., LATORRE, M.A., LÁZARO, R. Processing soybeans. **American Soybean Association**. 42p, 2002.
- McNAB, J. Determination of the nutritional values of processe full-fat soybeans for poultry. In: CONGRESSUR DE SOJA, 3, 1985. Paris, **Proceedings...** 1985.
- MENDONÇA, M.D., PEZZATO, A.C., et al. Efeito da granulometria dos componentes da ração no desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 41, 1994, Maringá. **Anais...**
- MONTEIRO, M.R.P., COSTA, N.M.B., OLIVEIRA, M.G.A., et al. Qualidade protéica de linhagens de soja com ausência do inibidor de tripsina Kunitz e das isoenzimas lipoxigenases. **Rev. Nutr.**, Campinas, v.17, n.2, p.195-205, 2004.
- MURAKAMI A.E. Farelo de canola na alimentação de frangos de corte. **Rev. Br. Zootec**, v. 24, n.3, p.437-444, 1995.

- MURAKAMI A.E. Utilização do Farelo de Canola na Alimentação de Frangos de Corte na Fase de Crescimento. CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. São Paulo. **Anais...**1997 p.31.
- NASCIMENTO A.H., GOMES P.C., ALBINO L.F.T., ROSTAGNO H.S., GOMES M.M.F. Farelo de canola em rações de frangos de corte. CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS,1997, São Paulo. **Anais ...**p.22.
- NELSON, T. S. The utilization of phytate phosphorus by poultry: a review. *Poult. Sci*, Champaign, v. 46 p.862-871, 1967.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9 ed. Washington. 155p, 1994.
- NACIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Swine**. 10 ed. Washington. 189p, 1998.
- NETO, J.G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. **Avic. Suinoc. Ind.**, v.82 n.988 p. 4-15, 1992.
- NIR, I., HILLEL R., SHEFET G., NITSAN Z. Effect of grain particle size performance. 2. Grain texture interactions. **Poult. Sci.**, Champaign v.73 p.781-791, 1994.
- NITSAN, Z., LIENER, I.E. Enzymatic activities in the pancreas, digestive tract and feces of rats fed raw or heated soy flour. **Jour. Nutr.** v.106, n.2, p.300-305, 1976.
- NUNES, R.V. BUTERI, C.B., NUNES, C.G.V., et al. Fatores Antinutricionais dos Ingredientes Destinados à Alimentação Animal. In: **Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal**. Campinas CBNA, p. 235-272, 2001.
- PARSONS, C.M. Effect of Overprocessing on Availability of Amino Acids and Energy in Soybean Meal. **Poult. Sci.**, Champaign, v.71 p.133-140, 1992.
- PICKFORD, J. R. Effects of processing on the stability of heat-labile nutrients in animal feeds. In: GARNSWORTHY, P.C.; HARRESIGN, W.; COLE, D. J. A. (Ed.) Recent Advances in animal nutrition. London, Butterworth. 224p.1992.
- PINHEIRO, J.W. **Soja integral processada pelo calor em rações de frangos de corte**. Jaboticabal, 1993. 175p Tese (Doutorado em zootecnia) – Universidade Estadual Paulista.
- PORTELLA, F.J., CASTON, L.J., LEESON, S. Apparent feed particle size preference by broilers. **Can. J. Anim. Sci.**, Ottawa, v.68, p.923-930, 1988.

- RACKIS, J.J. Biological and physiological factors in soybeans. **Jour. American Oil Chemist's Soc.** v.51, n.1, p.161A-174A, 1974
- RAO, D.R., JOHNSON, W.M., SUNKI G.R. Replacement of maize by triticales in broiler diets. **Poult. Sci.**, Champaign, v.20 p.357-362, 1979.
- RODRIGUES, P.B. et al. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas. **Rev. Br. Zootec**, v. 32, n.1, p.171-182, 2003.
- ROSTAGNO, H.S. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids. **J. Appl. Poult. Res.**, v.4 p. 293-299, 1995.
- ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de Alimentos e exigências Nutricionais**. Viçosa: UFV - Imprensa Universitária, 186p. 2005.
- SAKOMURA, N.K. Uso da soja integral na alimentação de aves. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas. **Anais...** p.26-59.
- SCAPIM, M.R.S., LOURES, E.G., ROSTAGNO, H., et al. Avaliação nutricional da farinha de penas e de sangue para frangos de corte submetida a diferentes tratamentos térmicos. **Acta Sci. Anim. Sci.**, v.25, n.1, p. 91-98, 2003.
- SENKYOKU, N., DALE, N. Sunflower meal in poultry diets. **World Poult Sci J.**, v. 56, n. 2, p. 153-171, 1999.
- SILVA, M.R. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Rev. Nutr.**, Campinas, v.13, n.1, p.3-9, 2000.
- SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e consequências técnicas, econômicas e ambientais. In: **Simpósio Internacional de Nutrição Animal: Proteína Ideal, Energia líquida e modelagem**. Santa Maria, 2001.
- TORRES, D.M. Dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com enzimas na alimentação de frangos de corte. **Ciênc. Agrotec., Lavras**, v. 27, n.1, p.199-205, 2003.
- VIEIRA, S.L. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNESP/UNESP, P 125-141, 2002.
- WARD, N.E. With dietary modifications, wheat can be used for poultry. **Feedstuffs**, p14-16, 1995.

- WHITE, C.L., GREENE, D.E., WALDROUP, P.W. et al. The use of unextracted soybeans for chicks. 1- Comparison of infra-red cooked, autoclaved and extruded soybeans. **Poult. Sci.**, Champaign, v.46 p.1180-1185, 1967.
- WRIGHT, K.N. Soybean meal processing and quality control. **J. Am. Oil Chem. Soc.** Champaign, v.58, p.295-300, 1981.
- ZANELLA, I. **Suplementação Enzimática em Dietas a Base de Milho e Sojas Processadas sobre a Digestibilidade de Nutrientes e Desempenho de Frangos de Corte.** Jaboticabal, 1998. 179p. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista.

CAPITULO 2

EFEITO DA ADIÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO E DA GRANULOMETRIA SOBRE A DIGESTIBILIDADE DA SOJA INTEGRAL DESATIVADA EM FRANGOS

RESUMO

O objetivo deste experimento foi determinar a composição em aminoácidos da soja integral desativada e avaliar o efeito da adição de complexo enzimático Vegpro® (protease, amilase e celulase) e da granulometria com DGM (diâmetro geométrico médio) de 0,650 mm e 1,250 mm sobre a digestibilidade da soja integral desativada em frangos no período de 18 a 26 dias de idade. Foram utilizados 100 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb, com peso médio de 620g. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x2) enzima x granulometria. As aves foram distribuídas em quatro tratamentos com cinco repetições cada, sendo cada repetição composta por cinco aves. A inclusão de enzima elevou os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos sulfurados quando utilizada soja desativada granulometria 1,250 mm, bem como promoveu o aumento de 5,6 e 6,7% nos valores de energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida respectivamente, quando utilizada a soja integral granulometria 0,650 mm. A digestibilidade do nitrogênio não foi afetada.

Palavras chave: aminoácidos, composição nutricional, energia metabolizável, enzima exógena.

EFFECT OF THE ENZYMATIC COMPLEX ADDITION AND PARTICLE SIZE ON THE DEACTIVATED FULL-FAT SOYBEAN DIGESTIBILITY IN BROILERS

ABSTRACT

The objective of this experiment was determining the amino acid composition of deactivated full-fat soybean and to evaluate the effect of the addition of enzymatic complex Vegpro[®] (protease, amylase and cellulase) and particle size expressed as GMD (geometric mean diameter) 650 μ m and 1250 μ m on the deactivated full-fat soybean digestibility in broilers in the period from 18 to 26 days of age. 100 male broilers from the Cobb strain were used, with average weight of 620g. The statistical design was completely randomized factorial scheme 2x2 (enzyme x particle size). The poultry were allotted to four treatments with five replicates each, with five chicks each. The enzyme addition increased the sulfur amino acid digestibility coefficients when deactivated full-fat soybean normal particle size was used, and promoted the increase of 5,6 e 6,7% on the apparent metabolizable energy and corrected apparent metabolizable energy values respectively, when full-fat soybean fine particle size was used. The nitrogen digestibility wasn't affected.

Key words: amino acids, exogenous enzyme, metabolizable energy, nutritional composition.

2.1. INTRODUÇÃO

Durante muitos anos a indústria avícola vem desenvolvendo estudos a fim de melhorar a digestibilidade dos alimentos e reduzir seus compostos antinutricionais. Vários fatores vêm sendo pesquisados, dentre eles, estão à adição de enzimas exógenas às rações e a importância da granulometria no desempenho das aves.

De acordo com VIEIRA (2002), a maior parte dos carboidratos dos grãos de cereais está na forma de amido, que é de fácil digestão pelas aves. Outros carboidratos ocorrem sob concentrações variadas nos cereais e farelos protéicos. Dentre esses, os principais são polissacarídeos como a celulose, hemicelulose, pentosanas, e oligossacarídeos como a estaquiose e rafinose que são de baixa digestibilidade para as aves. Dessa maneira, esses últimos pouco contribuem para o fornecimento de energia total para as aves. Alguns podem até provocar efeitos adversos na digestão quando em concentrações altas, caso típico dos β -glucanos que além de terem baixa digestibilidade aumentam a viscosidade do bolo alimentar prejudicando a absorção de outros nutrientes.

COON et al. (1990), estudaram a composição dos carboidratos do farelo de soja e obtiveram a seguinte composição: 12,02% de carboidratos solúveis em água; 5,98% de sacarose; 1,07% de rafinose; 4,23% de estaquiose; 9,91% de hemicelulose e 7,09% de celulose.

As enzimas endógenas produzidas pelas aves são específicas para carboidratos com ligação alfa, tais como o amido, não atuando sobre carboidratos com ligação beta e oligossacarídeos contendo galactose. Os oligossacarídeos, tais como a estaquiose e rafinose, presentes em muitas leguminosas, não são absorvidos no intestino delgado, a utilização destes carboidratos, portanto, só é possível após a quebra dos oligossacarídeos em monossacarídeos, através de enzimas exógenas (FERNANDES e MALAGUIDO 2004).

FISCHER et al. (2001), afirmaram que de acordo com sua finalidade, as enzimas usadas em rações podem se subdividir em dois tipos: enzimas destinadas a complementar quantitativamente as próprias enzimas digestórias dos monogástricos (proteases, amilases) e enzimas que esses animais não podem sintetizar (beta glucanases, pentosanas, alfa-galactosidases e fitases).

A celulose é uma fonte de carboidratos indigestíveis podendo reter em sua estrutura física uma série de outros nutrientes e evitar o contato de enzimas

digestivas endógenas com os alimentos. O uso de celulases pode resultar no aumento da disponibilidade de carboidratos no trato digestivo, agindo sinergicamente com outras enzimas endógenas e exógenas (FERNANDES e MALAGUIDO, 2004).

Avaliando a inclusão de um complexo enzimático a base de proteases amilases e celulases em rações a base de milho e farelo de soja, com teores protéicos, energéticos e aminoácidos normais e superestimados FISCHER et al. (2001), observaram que a adição do complexo enzimático não proporcionou efeito significativo, não sendo comprovado a eficiência da enzima com a prática de superestimação dos valores protéicos energéticos e de aminoácidos.

BRITO et al (2003), também pesquisaram sobre a inclusão de complexo enzimático a base de protease celulase e amilase em rações contendo 20,8% de PB e 3150 kcal/kg de EMA. O complexo enzimático promoveu aumento médio dos coeficientes de digestibilidade ileal aparente da matéria seca, da proteína e da energia digestível das dietas de 4,8%, 1,3% e 4,95%, respectivamente. Entretanto os maiores aumentos da digestibilidade ileal, provocados pelo complexo enzimático, foram obtidos com as dietas contendo soja subprocessada, 10,7% (MS), 4,2% (PB) e 11,4%, (EM).

TORRES et al. (2003), verificaram melhora na conversão alimentar, redução do consumo de ração e maior fator europeu de produção aos 21 dias de idade. No estudo da interação dos níveis de enzima x proteína mostrou que a adição de 0,5 g/kg de enzima na dieta com nível de proteína reduzido resultou em maior ganho de peso das aves. O estudo consistiu de inclusão de complexo enzimático contendo α -amilase, protease e xilanase em rações a base de milho e farelo de soja sobre o desempenho de frangos de corte.

Avaliando o desempenho de frangos de corte, no período de 1 a 42 dias de idade, submetidos às rações à base de milho e soja, suplementadas com complexo enzimático (alfa-galactosidases, pectinases, celulases, proteases e lipases), GARCIA et al. (2000), concluíram que os valores de energia metabolizável, proteína bruta e aminoácidos (metionina, metionina + cistina e lisina) da soja podem ser superestimados em 9, 7 e 5% respectivamente, quando houver a adição de complexo enzimático às rações sem prejuízo ao desempenho das aves.

DAHLKE (2000), afirmou que a granulometria tem grande importância na regulação do consumo, existindo por parte das aves, uma preferência a dietas compostas por partículas maiores, em relação às finamente moídas.

PORTELLA et al. (1988), afirmaram que a escolha do tamanho adequado da partícula não está associada unicamente à composição química da ração. Os pintinhos preferem a ração com partículas maiores que 1,8mm e, quando mais velhos, maior que 2,36mm.

LÓPEZ e BAIÃO (2004), estudando o efeito do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte, verificaram que o consumo de ração não foi influenciado pela granulometria, já para conversão alimentar houve interação entre a granulometria e a forma física da ração, a forma física e a granulometria não tiveram influência sobre o rendimento de carcaça.

O objetivo deste trabalho foi de determinar os valores de energia metabolizável e dos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo, nitrogênio e aminoácidos da soja integral desativada com diferentes granulometrias adicionada ou não de enzimas exógenas.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Local

O experimento foi conduzido em sala de metabolismo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba (PR).

2.2.2 Instalações

Utilizaram-se 20 gaiolas metabólicas com dimensões de 0,98 x 0,90 x 0,50 m (c x l x h), construídas em arame galvanizado, equipadas com comedouros e bebedouros coletivos tipo calha, construídos em zinco.

O aquecimento foi realizado através de lâmpadas elétricas e aquecedores a gás.

2.2.3 Animais

Foram utilizados 100 pintos de corte machos da linhagem Cobb, com peso médio de 620g, distribuídos em 20 gaiolas contendo 5 animais cada uma.

2.2.4 Tratamentos

Foi formulada uma dieta referência à base de milho e farelo de soja (Tabela 1 – DEL BIANCHI, 1996) e quatro dietas testes, compostas de 60% da ração referência e 40% dos alimentos a serem estudados, sendo estes, soja desativada granulometria 1,250 mm, soja integral desativada granulometria 0,650 mm, soja integral desativada granulometria 1,250 mm + enzima e soja integral desativada granulometria 0,650 + enzima. A enzima Vegpro® a base de protease, amilase e celulase foi adicionada na dosagem de 500 g/t de ração.

Foram quatro os tratamentos utilizados:

- T1 60% de ração referência + 40% de soja integral desativada granulometria (1,250 mm);
- T2 60% de ração referência + 40% de soja integral desativada granulometria (0,650 mm);
- T3 60% de ração referência + 40% de soja integral desativada granulometria (1,250 mm) + enzima (protease, amilase e celulase);
- T4 60% de ração referência + 40% de soja integral desativada granulometria (0,650 mm) + enzima (protease, amilase e celulase).

Tabela 1 - Composição percentual e calculada da ração referência para frangos.

Ingredientes	%
Milho	57,46
Farelo de soja	38,44
Fosfato bicálcico	2,11
Calcário	0,95
Sal	0,30
DL-Metionina	0,04
Suplemento mineral e vitamínico *	0,70
TOTAL	100,00
Valores calculados	
EM kcal/kg	2.840
PB %	22,40
EE %	2,18
Cálcio %	1,30
Fósforo Disponível %	0,50
Lisina %	1,23
Metionina + Cistina	0,90

*Fornecimento por Kg da dieta: Vit A 8.000 UI; Vit D3 2.400 UI; Vit E 16,65 mg; Vit K 1,5 mg; Vit B1 0,6 mg; Vit B2 2,36 mg; Vit B6 0,6 mg; Vit B12 1,320 mcg; biotina 0,15 mg; Colina 1,54 g; ácido pantotênico 9,32 mg; Niacina 30,12 mg; ácido fólico 1,42 mg; Se 0,65 mg; I 0,35 mg; Fe 57,72 mg; Cu 12,30 mg; Zn 141,48 mg; Mn 173,0 mg; K 7,88 g; S 0,72 g; Mg 0,90 g; monensina 110mg/kg; avilamicina 10 mg/kg; promotor de crescimento 20mg/kg.

Fonte: Del Bianchi, 1996.

2.2.5 Metodologia

As aves foram alojadas em gaiolas de metabolismo, receberam água e ração à vontade durante todo período experimental e 24 horas de luz.

Neste ensaio foi utilizado a metodologia da coleta total das excretas em frangos de corte com 18 dias de idade.

O ensaio teve duração de oito dias, sendo quatro dias para adaptação às dietas experimentais e quatro dias para coleta das excretas.

Após o período de adaptação foram efetuadas as coletas das excretas, utilizando óxido férrico (1%) na ração como marcador do início e final da coleta. Foram utilizadas bandejas forradas com plástico para evitar perda de material.

O intervalo das coletas foi de 12 horas durante todo o período experimental. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas por repetição e armazenadas a 5°C após cada coleta. No final do período experimental se determinou, por repetição, a quantidade de ração consumida, bem como a quantidade total de excretas produzidas.

Para determinação da amostra seca ao ar (ASA) das excretas, as mesmas foram descongeladas, reunidas por repetição, homogeneizadas, pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 55°C por 48 horas.

Após a pré-secagem, as amostras foram moídas e acondicionadas para análises posteriores. Foram utilizadas amostras das rações e das excretas, de acordo com cada repetição, para a realização das análises químicas de matéria seca (MS%), energia bruta (EB kcal/kg), proteína bruta (PB%), extrato etéreo (EE%), cinzas (%) e aminoácidos.

O perfil de aminoácidos foi obtido pelo método HPLC, energia bruta foi obtida através de bomba calorimétrica e as demais análises das rações e das excretas foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por SILVA (1990).

O DGM foi determinado conforme procedimento descrito por ZANOTO E BELLAVER (1996).

Após a determinação dos valores de matéria seca, energia bruta e nitrogênio das rações e excretas, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) utilizando as fórmulas de MATTERSON et al. (1965).

2.2.6 Delineamento Experimental

O delineamento foi inteiramente casualizado, distribuído em um arranjo fatorial (2x2) granulometria x enzima, contendo quatro tratamentos com cinco repetições, sendo cada repetição formada por cinco aves. Os dados foram submetidos à análise de variância.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os coeficientes de digestibilidade aparente dos aminoácidos e os resultados da análise estatística. Nas tabelas 4 e 5 são apresentados os resultados dos desdobramentos das interações entre enzima e a granulometria da soja desativada para metionina + cistina e metionina respectivamente.

Houve efeito da granulometria ($p < 0,05$), sobre o coeficiente de digestibilidade da metionina, sendo que a soja integral desativada granulometria 1,250 mm apresentou maior coeficiente de digestibilidade em relação à soja integral desativada granulometria 0,650 mm.

Não houve efeito da enzima ($p < 0,05$), sobre a digestibilidade dos aminoácidos exceto aminoácidos sulfurados. Neste caso, tanto a metionina quanto a metionina mais cistina apresentaram maior digestibilidade quando adicionada enzima à soja com granulometria 1,250 mm.

Os valores dos coeficientes de digestibilidade encontrados no presente trabalho foram superiores aos valores verificados por CAFÉ (2000), no entanto observou-se valor semelhante para o coeficiente de digestibilidade referente a metionina.

Tabela 2 - Efeito da adição de complexo multienzimático e da granulometria da soja desativada sobre o coeficiente de digestibilidade da arginina, glicina, isoleucina, lisina e metionina + cistina em frangos.

		Arginina	Glicina	Isoleucina	Leucina	Lisina	Met+Cist
Granulometria		0,761	0,798	0,910	0,257	0,757	0,251
Enzima*		0,972	0,772	0,836	0,328	0,426	0,185
AxB		0,051	0,184	0,134	0,898	0,213	0,049
Efeitos Principais							
Granulometria	(0,660mm)	94,39	77,52	87,78	87,21	87,49	72,04
	(1,250mm)	94,33	77,28	87,86	88,04	87,61	73,99
Enzima*	Com	94,36	77,54	87,75	87,98	87,39	74,15
	Sem	94,37	77,27	87,89	87,27	87,71	71,89
Granulometria	Enzima*						
(0,660 mm)	Com	94,18	77,02	87,21	87,52	87,08	71,44
(0,660 mm)	Sem	94,61	78,02	88,36	86,90	87,90	72,65
(1,250 mm)	Com	94,54	78,05	88,30	88,44	87,71	76,85
(1,250 mm)	Sem	94,13	76,51	87,42	87,64	87,52	71,12

Atividade ureásica 0,03; proteína solúvel 72%.

*protease, amilase e celulase.

Tabela 3 - Efeito da adição de complexo multienzimático e da granulometria da soja desativada sobre o coeficiente de digestibilidade da metionina, fenilalanina, tirosina, treonina, valina e histidina para frangos.

		Metionina	Fenilalanina	Tirosina	Treonina	Valina	Histidina
Granulometria		0,009	0,614	0,317	0,910	0,554	0,916
Enzima*		0,314	0,658	0,594	0,822	0,981	0,225
AxB		0,001	0,231	0,926	0,575	0,167	0,439
Efeitos Principais							
Granulometria	(0,660mm)	74,49	89,08	86,67	83,22	84,44	89,60
	(1,250mm)	76,38	89,25	86,23	83,15	84,80	89,56
Enzima*	Com	75,77	89,24	86,57	83,26	84,63	89,83
	Sem	75,10	89,08	86,34	83,12	84,61	89,33
Granulometria	Enzima*						
(0,660 mm)	Com	73,18	88,94	86,77	83,11	84,01	89,69
(0,660 mm)	Sem	75,80	89,21	86,58	83,33	84,86	89,51
(1,250 mm)	Com	78,35	89,55	86,37	83,41	85,24	89,97
(1,250 mm)	Sem	74,40	88,96	86,10	82,88	84,36	89,15

Atividade ureásica 0,03; proteína solúvel 72%.

*protease, amilase e celulase.

Tabela 4 - Desdobramento da interação entre enzima x granulometria da soja desativada para a metionina + cistina.

Enzima*	Granulometria	
	(1,250 mm)	(0,650 mm)
Com	76,850 Aa	71,440 Ba
Sem	71,123 Ab	72,650 Aa

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$)

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$)

*protease, amilase e celulase.

Tabela 5 - Desdobramento da interação entre enzima x granulometria da soja desativada para a metionina.

Enzima*	Granulometria	
	(1,250 mm)	(0,650 mm)
Com	78,350 Aa	73,180 Ba
Sem	74,400 Ab	75,800 Ab

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$)

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$)

*protease, amilase e celulase.

Conforme desdobramento da Tabela 4 observa-se que a adição de enzima melhora o coeficiente de digestibilidade da metionina+cistina quando se utiliza soja granulometria 1,250 mm, porém, sem a adição de enzimas o coeficiente de digestibilidade é melhor para soja granulometria 0,650 mm.

De acordo com resultado do desdobramento da tabela 5, observa-se que dentro da soja granulometria 1,250 mm, a adição de enzima promoveu aumento no coeficiente de digestibilidade da metionina. Se comparadas as duas granulometrias, a adição de enzimas foi mais eficiente quando utilizada soja granulometria 1,250 mm.

A composição em aminoácidos totais, os coeficientes de digestibilidade aparente e a composição em aminoácidos digestíveis da soja integral desativada são apresentados na Tabela 6.

Observa-se que todos os valores dos aminoácidos totais encontrados na soja integral desativada estão próximos dos descritos por ROSTAGNO (2005) nas tabelas brasileiras para suínos e aves. NERY et al. (2005), observou resultados superiores para o conteúdo em aminoácidos totais da soja integral desativada aos descritos no presente trabalho com exceção da metionina mais cistina, metionina, treonina e histidina onde estes apresentaram valores muito próximos.

Com relação aos coeficientes de digestibilidade da soja integral desativada, os resultados são semelhantes aos encontrados por NERY et al. (2005), porém se comparados os valores da metionina (88,15), metionina + cistina (82,19) e lisina (90,30) com os resultados encontrados no presente trabalho, nota-se que os coeficientes de digestibilidade destes aminoácidos são inferiores.

Quanto à composição em aminoácidos digestíveis da soja integral desativada, os valores apresentados são semelhantes aos descritos por ROSTAGNO (2005).

Tabela 6 - Composição em aminoácidos totais, coeficientes de digestibilidade aparente e composição em aminoácidos digestíveis da soja integral desativada.

Aminoácidos	Aminoácidos Totais	Coeficiente de Digestibilidade e (%)	Aminoácidos Digestíveis	Aminoácidos Totais *	Coeficiente de Digestibilidade e (%)*	Aminoácidos Digestíveis*
Arginina	2,68	94,13 ± 0,5	2,52	2,71	91,4	2,48
Glicina	1,54	76,51 ± 2,5	1,18	-	-	-
Isoleucina	1,58	87,42 ± 1,6	1,38	1,70	86,9	1,48
Leucina	2,62	87,64 ± 0,9	2,29	2,81	86,9	2,44
Lisina	2,17	87,52 ± 0,8	1,90	2,23	86,9	1,94
Met+Cist	1,06	71,12 ± 2,1	0,75	1,08	83,4	0,90
Metionina	0,51	74,40 ± 2,1	0,38	0,53	86,0	0,46
Fenilalanina	1,81	88,96 ± 0,7	1,61	1,90	87,6	1,67
Tirosina	1,40	86,10 ± 1,0	1,21	-	-	-
Treonina	1,45	82,88 ± 2,1	1,20	1,47	84,1	1,24
Valina	1,68	84,36 ± 1,3	1,42	1,78	84,4	1,51
Histidina	1,03	89,15 ± 1,0	0,92	0,99	90,5	0,89

Dados expressos na matéria natural. Atividade ureática 0,03; proteína solúvel 72%.

*Rostagno, 2005

Na Tabela 7 são apresentados os resultados obtidos para energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), nitrogênio (N) e estrato etéreo (EE) das rações bem como a análise estatística. Na Tabela 8 é apresentado o resultado do desdobramento da interação entre a enzima

e a granulometria da soja desativada para a energia metabolizável aparente e a energia metabolizável aparente corrigida.

Para o efeito da granulometria ($p < 0,05$), observa-se que as rações contendo soja desativada granulometria 0,650 mm apresentam valores de energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida e coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo superiores em 7,2; 8,1 e 21,1% respectivamente quando comparados aos valores obtidos pelas rações contendo soja desativada granulometria 1,250 mm.

Para o efeito da enzima ($p < 0,05$), foi verificado que rações contendo complexo enzimático proporcionaram aumento no valor de energia metabolizável aparente se comparadas às rações sem adição do complexo enzimático.

A digestibilidade do nitrogênio não foi afetada significativamente por nenhum dos fatores.

Conforme resultados do desdobramento apresentados na Tabela 8, observa-se que a adição de enzima promoveu aumento nos valores de energia metabolizável aparente (3.788a x 3.576b) e energia metabolizável aparente corrigida (3.561a x 3.322b) quando utilizada soja desativada granulometria 0,650 mm em comparação aos valores obtidos pela soja desativada granulometria 1,250 mm. Não foi verificado efeito da enzima na utilização da soja desativada granulometria 1,250 mm.

Tabela 7 - Efeito da adição de complexo multienzimático e da granulometria da soja desativada sobre a energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), coeficiente de digestibilidade do nitrogênio (N) e extrato etéreo (EE) da soja integral desativada.

	EMA (kcal/kg MS)	EMAn (kcal/kg MS)	N	EE
Com Enzima*	3.605	3.345	39,64	80,07
Sem Enzima *	3.494	3.260	38,43	79,57
Granulometria (0,650mm)	3.682	3.441	39,54	89,24
Granulometria (1,250mm)	3.416	3.163	38,54	70,40
Probabilidade				
Enzima (A)	0,028	0,067	0,615	0,515
Granulometria (B)	0,001	0,001	0,676	0,001
AxB	0,042	0,002	0,782	0,903

Dados expressos na matéria seca. Atividade ureásica 0,03; proteína solúvel 72%.

*protease, amilase e celulase.

Tabela 8 – Desdobramento da interação entre enzima x granulometria da soja desativada sobre a energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) das rações.

Enzima*	Granulometria	
	(0,650 mm)	(1,250 mm)
	Energia metabolizável aparente (EMA)	
Com	3.788 Aa	3.421 Ab
Sem	3.576 Ba	3.411 Ab
	Energia metabolizável aparente corrigida (EMAn)	
Com	3.561 Aa	3.129 Ab
Sem	3.322 Ba	3.198 Ab

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

*protease, amilase e celulase.

2.4. CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido pode ser concluído que:

O coeficiente de digestibilidade da metionina é influenciado pela granulometria, sendo que a soja integral desativada granulometria 1,250 mm apresenta maior coeficiente de digestibilidade para este aminoácido quando comparado à soja integral desativada granulometria 0,650 mm.

A inclusão de enzima promove o aumento de 7,2; 8,1 e 21,1% nos valores de energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida e coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo, respectivamente, quando utilizada soja granulometria 0,650 mm.

A ação de enzimas exógenas depende de fatores físicos como por exemplo a granulometria dos ingredientes utilizados nas rações.

Ao adicionar complexo enzimático deve-se manipular o ingrediente o qual contém o substrato a ser quebrado.

LITERATURA CITADA

BRITO, C.O., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., et al. Efeito da adição de complexo multienzimático em rações com soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria, **Anais...** CD-ROM.

CAFÉ, M.B. SAKOMURA, N.K., JUNQUEIRA, O.M. et al. Composição e digestibilidade dos aminoácidos das sojas integrais processadas para aves. **Rev. Br. Cienc. Avic.**, v.2 p.59-66, 2000.

- COON, C.N. LESKE KL, AKAVANICHAN O, CHENG TK. Effect of oligossacaride free soybean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters. **Poult. Sci.**, Champaing v.69 p.787-793, 1990.
- DAHLKE, F. **Tamanho da partícula do milho e forma física da ração para frangos de corte e seus efeitos sobre o desempenho, dinâmica intestinal e rendimento de carcaça.** Porto Alegre, 2000. 98p Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- FERNANDES, P.C.C., MALAGUIDO, A. Uso de enzimas em dietas de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos. **Anais...** p.117, 2004.
- FISCHER, G., MAIER, J.C, RUTZ, F. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas a base de milho e farelo de soja com ou sem adição de enzimas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba, **Anais...** CD-ROM.
- GARCIA, E.R.M., MURAKAMI, A.E., BRANCO, A.F., et al. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Rev. Soc. Br. Zootec.** v.29, n.5, p.1414-1426, 2000.
- LOPEZ, C.A.A., BAIÃO, N.C. Efeitos do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.56, n.2, p.214-221, 2004.
- MATTERSON, L.D., POTTER, L.M., STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report, Stors.** Connecticut : University of Connecticut. Agricultural Experiment Station, 1965.
- NERY, L.R., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., et al. Valores de proteína bruta, aminoácidos totais e coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos de alimentos à base de soja. **Rev. Br. Cienc. Avic.**, p.77, 2005. Supplementum 7.
- PORTELLA, F.J., CASTON, L.J., LEESON, S. Apparent feed particle size preferente by broilers. **Can. J. Anim. Sci.**, Ottawa, v.68, p.923-930, 1988.
- ROSTAGNO, H.S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de Alimentos e exigências Nutricionais.** Viçosa: UFV - Imprensa Universitária, 186p. 2005.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 166p.1990.
- VIEIRA, S.L. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** Jaboticabal: FUNESP/UNESP, P 125-141, 2002.

TORRES, D.M. Dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com enzimas na alimentação de frangos de corte. **Ciênc. Agrotec., Lavras**, v. 27, n.1, p199-205, 2003.

ZANOTTO, D.L., BELLAVER, C. Método de determinação de granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. EMBRAPA-CNPSA, Comunicado técnico 215. Concórdia, 1996

CAPÍTULO 3

IMPACTO DA ADOÇÃO DO CONCEITO DE FORMULAÇÃO DE RAÇÕES COM AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS E TOTAIS EM DIETAS COM DIFERENTES SOJAS E COM A INCLUSÃO DE MATÉRIAS PRIMAS ALTERNATIVAS.

RESUMO

Foram conduzidos três experimentos para avaliar a digestibilidade das sojas (extrusada, desativada e farelo de soja), o impacto da formulação de rações com aminoácidos digestíveis e totais em dietas contendo farelo de soja, soja extrusada e soja desativada e com a inclusão de matérias primas alternativas sobre o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos no período de 1 a 21 dias de idade. Experimento I - Não houve diferença estatística no GP e CR entre os tratamentos. A CA foi melhor em frangos alimentados com dietas formuladas com aminoácidos digestíveis no período de 1 a 14 dias. Experimento II – A energia metabolizável aparente e a energia metabolizável aparente corrigida foram maiores para soja extrusada quando comparada com soja desativada e farelo de soja reconstituído com óleo. O coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo foi menor para soja desativada se comparado à soja extrusada e ao farelo de soja adicionado de óleo. Experimento III – A formulação de dietas com base no conceito de proteína ideal promoveu aumento de 7,6% quando usada soja desativada e 3,8% quando usada soja extrusada no ganho de peso de frangos (1-21 dias de idade), em relação às aves alimentadas com dietas formuladas com conceito de proteína bruta. A CA de frangos (1-21 dias de idade) foi 3,8% mais eficiente em dietas com base no conceito de proteína ideal. Dietas formuladas com conceito de proteína bruta a base de farelo de soja demonstraram ser 4% mais eficientes no ganho de peso em relação às dietas contendo soja extrusada e tostada. Quando se faz uso de ingredientes alternativos é aconselhável formular dietas com aminoácidos digestíveis, adotando o conceito de proteína ideal.

Palavras-chave: farelo de soja, ingredientes alternativos, proteína ideal, soja extrusada, soja integral.

THE IMPACT OF THE DIET FORMULATION CONCEPT WITH ADOPTION OF DIGESTIBLE AND TOTAL AMINO ACIDS IN DIETS WITH DIFFERENT SOYBEAN AND ALTERNATIVE FEEDSTUFF INCLUSION.

ABSTRACT

Three experiments were conducted to evaluate the digestibility of three kinds of soybean (soybean meal, extruded soybean and deactivated) the impact of the adoption of the diet formulation concept with digestible and total amino acids in diets containing soybean meal, extruded soybean and deactivated soybean and with the addition of alternative feedstuff on broilers feed intake (FI), weight gain (WG) and feed:gain ratio (FG) during the 1 to 21 days of age. Experiment I –There wasn't a statistical difference in WG and FI among the treatments. The FG) was better for broilers fed the diets formulated with the digestible amino acids in the period from 1 to 14 days. Experiment II - The apparent metabolizable energy and the corrected apparent metabolizable energy were bigger for extruded soybean when compared with deactivated soybean and soybean meal with reconstituted oil. The digestibility coefficients of the ether extract was lesser for deactivated soybean if compared with the extruded soybean and soybean meal with reconstituted oil. Experiment III - The diet formulations based on the ideal protein concept promoted a 7,6% increase in broilers weight gain when deactivated soybean was used and 3,8% when extruded soybean was used (1-21 days of age), regarding the poultry fed the diets formulated with crude protein. The (FG) of broilers (1-21 days of age) was 3,8% more efficient for the diets based on the concept of ideal protein. The soybean meal based diets formulated on the concept of crude protein showed to be 4% more efficient in body weight than the diets with extruded and toasted soybean. It's advisable to formulate diets with digestible amino acids, adopting the ideal protein concept, when alternative feedstuff is used.

Key words: alternative feedstuff, extruded soybean, full fat soybean, ideal protein, soybean meal.

3.1. INTRODUÇÃO

Em meados do século passado, as rações para aves eram formuladas para satisfazer as necessidades de proteína bruta dos animais. Com a crescente entrada dos aminoácidos sintéticos no mercado, os nutricionistas puderam formular dietas com o objetivo de satisfazer as necessidades específicas de aminoácidos essenciais (MENDONZA et al., 2001).

Vários são os fatores que afetam as exigências em aminoácidos das aves, entre eles, níveis nutricionais, idade do animal, genética e sexo, sendo, portanto, praticamente impossível determinar individualmente as exigências para cada aminoácido, porém o uso do conceito de proteína ideal permite a fácil adaptação a diferentes condições. Este conceito é uma ferramenta de redução do custo da ração a partir da flexibilização do nível protéico mínimo e da melhor utilização de ingredientes alternativos (SUIDA, 2001).

Conforme EMMERT e BAKER (1997), proteína ideal pode ser definida como o balanço exato dos aminoácidos, sem deficiências ou excessos, com o objetivo de satisfazer as exigências absolutas de todos os aminoácidos para manutenção e máximo ganho de proteína corporal, reduzindo assim o uso de aminoácidos como fonte de energia e promovendo menor excreção de nitrogênio. A lisina foi o aminoácido escolhido pelos pesquisadores como referência. Os outros aminoácidos têm seus requerimentos ajustados como percentuais em relação à lisina. Para uma proteína ser considerada ideal, todos os aminoácidos devem estar presentes na ração nos níveis exatos para manutenção e deposição máxima de proteína.

MENDONZA et al. 2001, trabalhando com machos e fêmeas alimentados com dietas baseadas nos conceitos de proteína bruta e proteína ideal, verificaram que as aves que foram suplementadas com aminoácidos sintéticos para fornecer as exigências em aminoácidos digestíveis obtiveram uma diferença em ganho de peso 7% superior entre os machos e 4,8 % entre as fêmeas em relação as aves que receberam dietas formuladas baseadas no conceito de proteína bruta.

BELLAVER et al., 2001, conduziram um experimento com o objetivo de comparar formulações de dietas utilizando o conceito de proteína ideal e farinha de vísceras em substituição ao farelo de soja em dietas para frangos de corte. Os resultados obtidos puderam indicar que a formulação incluindo 20% de farinha de vísceras na fase inicial e 25% na fase de crescimento em substituição ao farelo de

soja melhorou o desempenho até os 21 dias e não alterou o desempenho até os 42 dias em dietas formuladas dentro do conceito de proteína ideal. Com esses resultados os autores concluíram que a formulação com base na proteína ideal será tão mais eficaz, quanto mais forem os ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja.

Segundo NASCIMENTO et al., 1999, ocorrem muitas variações na composição nutricional das farinhas de origem animal devido aos diferentes sistemas de processamento, temperatura, tempo de cozimento e secagem e pela proporção dos componentes no produto. Essa variabilidade nutricional tem influência nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos das farinhas de carne e ossos, penas e vísceras.

ROSTAGNO et al., 1995, conduziram um experimento, comparando uma dieta padrão com alta digestibilidade a base de milho e farelo de soja, com outras duas utilizando 37% de ingredientes alternativos (sorgo, farelo de arroz, farinha de vísceras de aves farinha de penas e farinha de carne) para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. Uma das dietas com ingredientes alternativos foi formulada com base no conceito de aminoácidos totais equivalente ao da dieta padrão e a outra foi formulada com base no conceito de aminoácidos digestíveis também equivalentes ao da dieta padrão com conseqüente ajuste dos níveis de lisina e metionina+cistina, via inclusão de metionina e lisina industrial. Os resultados demonstraram que o ajuste de níveis nutricionais de lisina e metionina+cistina, via lisina e metionina industriais, da dieta com ingredientes alternativos, suportaram desempenho equivalente dos frangos que receberam a dieta padrão.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o impacto da adoção do conceito de formulação de rações com aminoácidos digestíveis em dietas com diferentes tipos de soja (farelo de soja, soja integral desativada e soja extrusada) e com inclusão de matérias primas alternativas (farinha de sangue, farinha de carne, farinha de vísceras, farinha de penas, sorgo, gérmen de milho, farelo de trigo e farelo de canola) sobre o desempenho de frangos de corte.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Experimento I

3.2.1 Local

O experimento foi conduzido em sala de metabolismo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba (PR).

3.2.2 Instalações

As aves foram alojadas em baterias (gaiolas), construídas em arame galvanizado com dimensões de 0,98 x 0,90 x 0,50 cm (c x l x h) equipadas com comedouros e bebedouros coletivos tipo calha, construídos em zinco.

O aquecimento foi realizado através de lâmpadas elétricas e aquecedores a gás.

3.2.3 Animais

Foram utilizados 150 pintos de corte machos de 1 dia de idade da linhagem Cobb.

3.2.4 Tratamentos

Para a formulação das rações experimentais foram utilizados subprodutos de origem animal como farinha de sangue, farinha de carne, farinha de vísceras, farinha de penas e outros ingredientes não muito tradicionais como o sorgo, gérmen de milho, farelo de trigo e farelo de canola. As rações foram formuladas de modo a atender 22,8 e 21,8% (PB), 3.050 e 3.150 kcal/kg (EM), respectivamente de 1 a 7 e 8 a 21 dias de idade. O balanço de eletrólitos foi igual para todos os tratamentos.

As composições das rações experimentais estão apresentadas nas Tabelas 9 e 10 e os tratamentos estão descritos a seguir:

T1 ração com milho e farelo de soja+ óleo;

T2 ração com milho, farelo de soja e ingredientes alternativos formulada com aminoácidos totais.

T3 ração com milho, farelo de soja e ingredientes alternativos formulada com aminoácidos digestíveis.

Tabela 9 – Composição da ração experimental para a fase pré-inicial (0-7 dias)

Ingredientes	T1	T2	T3
Milho 8%	496,029	192,524	197,596
Milho gérmen integral		150,000	150,000
Trigo farelo 15%		100,000	100,000
Sorgo 8,6%		150,000	150,000
Soja farelo 45%	415,925	183,118	176,701
Canola farelo 38%		50,000	50,000
Sangue farinha 80%		25,000	25,000
Carne farinha 42%		45,871	47,555
Vísceras farinha 55%		25,000	25,000
Penas farinha 77%		20,000	20,000
Óleo vegetal	44,802	42,820	41,518
Calcáreo 38%	9,354	3,152	2,593
Fosfátio 45	20,884		
Bicarbonato de Sódio	0,601	2,394	3,000
Sal	6,464	3,634	3,152
L-Triptofano 98,5%		0,179	
L-Lisina 78%	0,068	0,850	1,884
DL-Metionina 99%	1,874	1,459	2,001
Premix*	4,000	4,000	4,000
Peso total	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Níveis nutricionais			
Cloro %	0,435	0,344	0,336
Cálcio %	0,950	0,950	0,950
EM Aves kcal/kg	3,050	3,050	3,050
Fósforo disponível %	0,510	0,500	0,510
Fósforo total %	0,791	0,825	0,833
Lisina Dig Aves%	1,180	1,112	1,180
Lisina%	1,294	1,294	1,361
Metionina + Cist. Dig Aves%	0,840	0,791	0,840
Metionina + Cist %	0,938	0,938	0,986
Metionina Dig Aves%	0,515	0,449	0,500
Metionina%	0,547	0,504	0,555
Potássio%	0,922	0,822	0,813
Proteína%	22,800	22,900	22,837
Sódio%	0,280	0,280	0,280
Treonina Dig. Aves%	0,790	0,738	0,731
Treonina%	0,881	0,883	0,875
Triptofano dig. Aves%	0,271	0,242	0,242
Triptofano %	0,270	0,270	0,249
MEq/kg	235,000	235,000	235,000

*Fornecimento por Kg da dieta: Vit A 8.000 UI; Vit D3 2.400 UI; Vit E 16,65 mg; Vit K 1,5 mg; Vit B1 0,6 mg; Vit B2 2,36 mg; Vit B6 0,6 mg; Vit B12 1,320 mcg; biotina 0,15 mg; Colina 1,54 g; ácido pantotênico 9,32 mg; Niacina 30,12 mg; ácido fólico 1,42 mg; Se 0,65 mg; I 0,35 mg; Fe 57,72 mg; Cu 12,30 mg; Zn 141,48 mg; Mn 173,0 mg; K 7,88 g; S 0,72 g; Mg 0,90 g; monensina 110mg/kg; avilamicina 10 mg/kg; promotor de crescimento 20mg/kg.

Tabela 10 – Composição da ração experimental para a fase inicial (8-21 dias)

Ingredientes	T1	T2	T3
Milho 8%	509,074	211,376	221,576
Milho gérmen integral		150,000	150,000
Trigo farelo 15%		100,000	100,000
Sorgo 8,6%		150,000	150,000
Soja farelo 45%	391,685	146,227	135,296
Canola farelo 38%		50,000	50,000
Sangue farinha 80%		30,000	30,000
Carne farinha 42%		45,106	46,858
Vísceras farinha 55%		30,000	30,000
Penas farinha 77%		20,000	20,000
Óleo vegetal	57,693	53,573	51,176
Calcáreo 38%	9,717	3,199	2,644
Foscálcio 45	20,538		
Bicarbonato de Sódio	0,116	2,153	2,976
Sal	5,459	2,352	1,708
L-Triptofano 98,5%		0,161	
L-Lisina 78%	0,053	0,629	1,847
DL-Metionina 99%	1,665	1,224	1,819
Premix*	4,000	4,000	4,000
Peso total	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Níveis nutricionais			
Cloro %	0,374	0,266	0,252
Cálcio %	0,950	0,950	0,950
EM Aves kcal/kg	3.150	3.150	3.150
Fósforo disponível %	0,500	0,500	0,510
Fósforo total %	0,773	0,812	0,819
Lisina Dig Aves%	1,120	1,048	1,120
Lisina%	1,228	1,228	1,298
Metionina + Cisteína Dig. Aves%	0,795	0,745	0,795
Metionina + Cisteína %	0,890	0,890	0,940
Met. Dig Aves%	0,482	0,414	0,469
Metionina%	0,513	0,469	0,524
Potássio%	0,881	0,762	0,747
Proteína%	21,800	22,000	21,800
Sódio%	0,230	0,230	0,230
Treonina Dig. Aves%	0,755	0,707	0,694
Treonina%	0,842	0,850	0,835
Triptofano dig. Aves%	0,258	0,227	0,205
Triptofano%	0,256	0,256	0,235
MEq/kg	220,000	220,000	220,000

*Fornecimento por Kg da dieta: Vit A 8.000 UI; Vit D3 2.400 UI; Vit E 16,65 mg; Vit K 1,5 mg; Vit B1 0,6 mg; Vit B2 2,36 mg; Vit B6 0,6 mg; Vit B12 1,320 mcg; biotina 0,15 mg; Colina 1,54 g; ácido pantotênico 9,32 mg; Niacina 30,12 mg; ácido fólico 1,42 mg; Se 0,65 mg; I 0,35 mg; Fe 57,72 mg; Cu 12,30 mg; Zn 141,48 mg; Mn 173,0 mg; K 7,88 g; S 0,72 g; Mg 0,90 g; monensina 110mg/kg; avilamicina 10 mg/kg; promotor de crescimento 20mg/kg.

3.2.5 Metodologia

Os pintos de um dia foram pesados assim que chegaram ao aviário e em seguida foram alojados em gaiolas. A ração foi pesada e fornecida duas vezes ao dia a fim de evitar-se o desperdício.

As pesagens foram efetuadas no 7º, 14º e 21º dias de idade.

3.2.6 Delineamento Experimental

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, contendo três tratamentos, com cinco repetições, cada uma com 10 aves. Foram avaliados os resultados de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar). Os dados foram submetidos à análise de variância e a diferença entre as médias foi comparada pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Experimento II

3.2.7 Local

O experimento foi conduzido em sala de metabolismo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba (PR).

3.2.8 Instalações

As aves foram alojadas em baterias (gaiolas), construídas em arame galvanizado com dimensões de 0,98 x 0,90 x 0,50 cm (c x l x h) equipadas com comedouros e bebedouros coletivos tipo calha, construídos em zinco.

O aquecimento foi realizado através de lâmpadas elétricas e aquecedores a gás.

3.2.9 Animais

Foram utilizados 75 pintos de corte machos da linhagem Cobb, com peso médio de 620g, distribuídos em 15 gaiolas contendo 5 animais cada uma.

3.2.10 Tratamentos

Foi formulada uma dieta referência à base de milho e farelo de soja (Tabela 11 – DEL BIANCHI, 1996) e três dietas testes, compostas de 60% da ração referência e 40% dos alimentos a serem estudados, sendo estes, sendo estes, farelo

de soja + óleo, soja extrusada e soja integral desativada. A reconstituição do farelo de soja + óleo, foi realizada através da incorporação do óleo degomado de soja na proporção de 20 %, com base na matéria natural.

Foram três os tratamentos utilizados:

T1 60% de ração referência + 40% de farelo de soja + óleo;

T2 60% de ração referência + 40% de soja extrusada;

T3 60% de ração referência + 40% de soja integral desativada.

Tabela 11 - Composição percentual e calculada da ração referência para frangos.

Ingredientes	%
Milho	57,46
Farelo de soja	38,44
Fosfato bicálcico	2,11
Calcário	0,95
Sal	0,30
DL-Metionina	0,04
Suplemento mineral e vitamínico *	0,70
TOTAL	100,00
Valores calculados	
EM kcal/kg	2.840
PB %	22,40
EE %	2,18
Cálcio %	1,30
Fósforo Disponível %	0,50
Lisina %	1,23
Metionina + Cistina	0,90

*Fornecimento por Kg da dieta: Vit A 8.000 UI; Vit D3 2.400 UI; Vit E 16,65 mg; Vit K 1,5 mg; Vit B1 0,6 mg; Vit B2 2,36 mg; Vit B6 0,6 mg; Vit B12 1,320 mcg; biotina 0,15 mg; Colina 1,54 g; ácido pantotênico 9,32 mg; Niacina 30,12 mg; ácido fólico 1,42 mg; Se 0,65 mg; I 0,35 mg; Fe 57,72 mg; Cu 12,30 mg; Zn 141,48 mg; Mn 173,0 mg; K 7,88 g; S 0,72 g; Mg 0,90 g; monensina 110mg/kg; avilamicina 10 mg/kg; promotor de crescimento 20mg/kg.

Fonte: Del Bianchi, 1996.

3.2.11 Metodologia

As aves foram alojadas em gaiolas de metabolismo, receberam água e ração à vontade durante todo período experimental e 24 horas de luz.

Neste ensaio foi utilizado a metodologia da coleta total das excretas em frangos de corte com 18 dias de idade.

O ensaio teve duração de oito dias, sendo quatro dias para adaptação às dietas experimentais e quatro dias para coleta das excretas.

Após o período de adaptação foram efetuadas as coletas das excretas, utilizando óxido férrico (1%) na ração como marcador do início e final da coleta. Foram utilizadas bandejas forradas com plástico para evitar perda de material.

O intervalo das coletas foi de 12 horas durante todo o período experimental. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas por repetição e armazenadas a 5°C após cada coleta. No final do período experimental se determinou, por repetição, a quantidade de ração consumida, bem como a quantidade total de excretas produzidas.

Para determinação da amostra seca ao ar (ASA) das excretas, as mesmas foram descongeladas, reunidas por repetição, homogeneizadas, pesadas e colocadas em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 55°C por 48 horas.

Após a pré-secagem, as amostras foram moídas e acondicionadas para análises posteriores. Foram utilizadas amostras das rações e das excretas, de acordo com cada repetição, para a realização das análises químicas de matéria seca (MS%), energia bruta (EB kcal/kg), proteína bruta (PB%), extrato etéreo (EE%), cinzas (%) e aminoácidos.

O perfil de aminoácidos foi obtido pelo método HPLC, energia bruta foi obtida através de bomba calorimétrica e as demais análises das rações e das excretas foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por SILVA (1990).

Após a determinação dos valores de matéria seca, energia bruta e nitrogênio das rações e excretas, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) utilizando as fórmulas de MATTERSON et al. (1965).

3.2.12 Delineamento Experimental

O delineamento foi inteiramente casualizado, composto por três tratamentos com cinco repetições, sendo cada repetição formada por cinco aves. Foram avaliados os resultados de digestibilidade (energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida, coeficientes de digestibilidade do nitrogênio e extrato etéreo) dos três tipos de soja (farelo de soja, soja extrusada e soja desativada). Os dados foram submetidos à análise de variância e a diferença entre as médias foi comparada pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Experimento III

3.2.13 Local

O experimento foi conduzido em sala de metabolismo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba (PR).

3.2.14 Instalações

As aves foram alojadas em baterias (gaiolas), construídas em arame galvanizado com dimensões de 0,98 x 0,90 x 0,50 cm (c x l x h) equipadas com comedouros e bebedouros coletivos tipo calha, construídos em zinco.

O aquecimento foi realizado através de lâmpadas elétricas e aquecedores a gás.

3.2.15 Animais

Foram utilizados 300 pintos de corte machos de 1 dia de idade da linhagem Cobb.

3.2.16 Tratamentos

As rações experimentais foram formuladas, utilizando-se subprodutos de origem animal como farinha de sangue, farinha de carne, farinha de vísceras, farinha de penas e outros ingredientes não muito tradicionais como o sorgo, gérmen de milho, farelo de trigo e farelo de canola. As rações foram formuladas de modo a atender 22,8 e 21,8% (PB), 3.050 e 3.150 kcal/kg (EM), respectivamente de 1 a 7 e 8 a 21 dias de idade. O balanço de eletrólitos foi igual para todos os tratamentos.

A composição das rações experimentais estão apresentadas nas Tabelas 12 e 13 e os tratamentos estão descritos a seguir:

- T1 milho, farelo de soja + óleo + ingredientes alternativos + aminoácidos totais;
- T2 milho, farelo de soja + óleo + ingredientes alternativos + aminoácidos digestíveis;
- T3 milho, soja integral desativada + ingredientes alternativos + aminoácidos totais;
- T4 milho, soja integral desativada + ingredientes alternativos + aminoácidos digestíveis;
- T5 milho, soja integral extrusada + ingredientes alternativos+ aminoácidos totais;
- T6 milho, soja integral extrusada + ingredientes alternativos + aminoácidos digestíveis.

Tabela 12 - Composição da ração experimental para a fase pré-inicial (0-7 dias)

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho 8%	192,524	197,596	193,917	201,639	199,155	206,719
Milho gérmen integral	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
Trigo farelo 15%	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Sorgo 8,6%	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
Soja farelo 45%	183,118	176,701				
Soja integral 37%			224,056	213,425		
Soja extrusada 38%					216,828	206,540
Canola farelo 38%	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
Sangue farinha 80%	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
Carne farinha 42%	45,871	47,555	44,578	46,356	44,728	46,499
Vísceras farinha 55%	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
Penas farinha 77%	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Óleo vegetal	42,820	41,518				
Calcáreo 38%	3,152	2,593	3,340	2,775	3,332	2,767
Bicarbonato de Sódio	2,394	3,000	1,924	2,751	2,140	2,957
Sal	3,634	3,152	3,965	3,318	3,805	3,166
Caulim			1,832	1,454	3,510	3,060
L-Triptofano 98,5%	0,179		0,095		0,086	
L-Lisina 78%	0,850	1,884	0,888	2,228	0,916	2,253
DL-Metionina 99%	1,459	2,001	1,405	2,053	1,400	2,039
Premix*	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Peso total	1.000kg	1.000kg	1.000kg	1.000kg	1.000kg	1.000kg
Níveis nutricionais						
Cloro %	0,344	0,336	0,362	0,349	0,353	0,341
Cálcio %	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950
EM Aves kcal/kg	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050
Fósforo disponível %	0,500	0,510	0,500	0,510	0,500	0,510
Fósforo total %	0,825	0,833	0,831	0,838	0,829	0,836
Lisina Dig Aves%	1,112	1,180	1,092	1,180	1,092	1,180
Lisina%	1,294	1,361	1,294	1,379	1,294	1,379
Met. + Cist. Dig Aves%	0,791	0,840	0,782	0,840	0,783	0,840
Metionina + Cist %	0,938	0,986	0,938	0,995	0,936	0,994
Metionina Dig Aves%	0,449	0,500	0,441	0,502	0,444	0,502
Metionina%	0,504	0,555	0,503	0,563	0,501	0,561
Potássio%	0,822	0,813	0,841	0,828	0,831	0,818
Proteína%	22,900	22,837	22,900	22,800	22,900	22,800
Sódio%	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280
Treonina Dig. Aves%	0,738	0,731	0,726	0,717	0,723	0,714
Treonina%	0,883	0,875	0,884	0,872	0,881	0,870
Triptofano dig. Aves%	0,242	0,242	0,228	0,215	0,229	0,216
Triptofano %	0,270	0,249	0,270	0,256	0,270	0,256
MEq/kg	235,000	235,000	235,000	235,000	235,000	235,000

*Fornecimento por Kg da dieta: Vit A 8.000 UI; Vit D3 2.400 UI; Vit E 16,65 mg; Vit K 1,5 mg; Vit B1 0,6 mg; Vit B2 2,36 mg; Vit B6 0,6 mg; Vit B12 1,320 mcg; biotina 0.15 mg; Colina 1.54 g; ácido pantotênico 9,32 mg; Niacina 30,12 mg; ácido fólico 1,42 mg; Se 0,65 mg; I 0,35 mg; Fe 57,72 mg; Cu 12,30 mg; Zn 141,48 mg; Mn 173,0 mg; K 7,88 g; S 0,72 g; Mg 0,90 g; monensina 110mg/kg; avilamicina 10 mg/kg; promotor de crescimento 20mg/kg.

Tabela 13 - Composição da ração experimental para a fase inicial (8-21 dias)

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho 8%	211,376	221,576	215,601	226,032	222,663	232,530
Milho gérmen integral	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
Trigo farelo 15%	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Sorgo 8,6%	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
Soja farelo 45%	146,227	135,296				
Soja integral 37%			178,242	163,994		
Soja extrusada 38%					171,898	158,166
Canola farelo 38%	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
Sangue farinha 80%	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Carne farinha 42%	45,106	46,858	44,051	45,903	44,149	45,994
Vísceras farinha 55%	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Penas farinha 77%	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Óleo vegetal	53,573	51,176	18,405	18,726	17,520	17,908
Calcáreo 38%	3,199	2,644	3,361	2,792	3,364	2,795
Bicarbonato de Sódio	2,153	2,976	1,787	2,752	1,968	2,916
Sal	2,352	1,708	2,608	1,860	2,474	1,738
L-Triptofano 98,5%	0,161		0,096		0,091	
L-Lisina 78%	0,629	1,847	0,672	2,092	0,704	2,119
DL-Metionina 99%	1,224	1,819	1,117	1,849	1,169	1,835
Premix*	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Peso total	1.000kg	1.000kg	1.000kg	1.000kg	1.000kg	1.000kg
Níveis nutricionais						
Cloro %	0,266	0,252	0,280	0,263	0,270	0,257
Cálcio %	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950
EM Aves kcal/kg	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150
Fósforo disponível %	0,500	0,510	0,500	0,510	0,500	0,510
Fósforo total %	0,812	0,819	0,817	0,823	0,817	0,822
Lisina Dig Aves%	1,048	1,120	1,032	1,120	1,032	1,120
Lisina%	1,228	1,298	1,228	1,312	1,228	1,312
Met.+Cist.Dig. Aves%	0,745	0,795	0,737	0,795	0,737	0,795
Metionina + Cisteína %	0,890	0,940	0,890	0,946	0,890	0,945
Met. Dig Aves%	0,414	0,469	0,407	0,469	0,407	0,470
Metionina%	0,469	0,524	0,468	0,530	0,466	0,528
Potássio%	0,762	0,747	0,778	0,759	0,778	0,752
Proteína%	22,000	21,800	22,000	21,800	22,000	21,800
Sódio%	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230
Treonina Dig. Aves%	0,707	0,694	0,698	0,684	0,695	0,682
Treonina%	0,850	0,835	0,850	0,834	0,847	0,832
Triptofano dig. Aves%	0,227	0,205	0,216	0,201	0,217	0,202
Triptofano%	0,256	0,235	0,256	0,240	0,256	0,240
MEq/kg	220,000	220,000	220,000	220,000	220,000	220,000

*Fornecimento por Kg da dieta: Vit A 8.000 UI; Vit D3 2.400 UI; Vit E 16,65 mg; Vit K 1,5 mg; Vit B1 0,6 mg; Vit B2 2,36 mg; Vit B6 0,6 mg; Vit B12 1,320 mcg; biotina 0,15 mg; Colina 1,54 g; ácido pantotênico 9,32 mg; Niacina 30,12 mg; ácido fólico 1,42 mg; Se 0,65 mg; I 0,35 mg; Fe 57,72 mg; Cu 12,30 mg; Zn 141,48 mg; Mn 173,0 mg; K 7,88 g; S 0,72 g; Mg 0,90 g; monensina 110mg/kg; avilamicina 10 mg/kg; promotor de crescimento 20mg/kg.

3.2.17 Manejo

Os pintos de um dia foram pesados assim que chegaram ao aviário e em seguida foram alojados em boxes. Os animais receberam água e ração à vontade durante todo o experimento.

As aves receberam 24 horas de luz, sendo que a noite a iluminação foi artificial e durante o dia utilizou-se iluminação natural.

As pesagens foram efetuadas no 7º, 21º e 42º dias de idade.

3.2.18 Delineamento Experimental

As aves foram distribuídas em um delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2X3 (aminoácidos totais e aminoácidos digestíveis) x (farelo de soja + óleo, soja desativada e soja extrusada), contendo seis tratamentos, sendo cada um composto por cinco repetições com 10 aves.

Os dados foram submetidos à análise de variância e a diferença entre as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I

Na Tabela 14 são apresentadas as médias de consumo de ração, nas respectivas fases de criação.

Não houve efeito dos tratamentos ($p < 0,05$), sobre o consumo de ração em nenhum dos períodos estudados concordando em parte com os resultados encontrados por ARAUJO et al., (2004), que trabalharam com rações contendo 22, 20 e 18% de proteína bruta formuladas com aminoácidos digestíveis e um tratamento testemunha com 22% de proteína bruta formulada com aminoácidos totais. Os autores não encontraram diferença no consumo de ração entre os tratamentos com formulação baseada em aminoácidos digestíveis e níveis reduzidos de proteína, bem como não houve diferença entre as dietas formuladas com aminoácidos digestíveis e o tratamento com dieta formulada com aminoácidos totais.

Tabela 14 – Efeito da formulação com aminoácidos digestíveis e totais sobre o consumo de ração de frangos na fase inicial.

Tratamentos	Consumo de ração (kg)		
	1-7 dias	1-14 dias	1-21 dias
Milho e farelo de soja + óleo	0,162	0,547	1,166
Ingredientes alternativos + aminoácidos totais	0,156	0,543	1,157
Ingredientes alternativos + aminoácidos digestíveis	0,159	0,532	1,152
p	0,654	0,446	0,855
CV(%)	5,81	3,45	3,05

Atividade ureásica 0,09; Proteína solúvel 82%.

TOLEDO et al. (2004), trabalhando com os dois conceitos de formulação, porém com níveis normais de proteína, também não constataram diferença de consumo entre os tratamentos.

MENDONZA et al. (2001), verificaram que as aves alimentadas com dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis tiveram maior consumo comparadas as aves alimentadas com dietas baseadas no conceito de aminoácidos totais.

Na Tabela 15 são apresentadas as médias do ganho de peso, nas respectivas fases de criação e os resultados da análise estatística. Não houve efeito dos tratamentos ($p < 0,05$), sobre o ganho de peso em nenhum dos períodos estudados.

Resultados contraditórios foram encontrados por Mendonza et al (2001), onde verificaram que frangos alimentados com dietas formuladas com aminoácidos digestíveis obtiveram ganho de peso 7% superior em relação aos frangos alimentados com dietas formuladas com conceito de aminoácidos totais.

Tabela 15 – Efeito da formulação com aminoácidos digestíveis e totais sobre o ganho de peso de frangos na fase inicial.

Tratamentos	Ganho de Peso (kg)		
	1-7 dias	1-14 dias	1-21 dias
Milho e farelo de soja + óleo	0,146	0,463	0,877
Ingredientes alternativos + aminoácidos totais	0,135	0,439	0,859
Ingredientes alternativos + aminoácidos digestíveis	0,141	0,436	0,854
p	0,058	0,118	0,358
CV(%)	5,42	5,24	2,95

Atividade ureásica 0,09; Proteína solúvel 82%.

Na Tabela 16 são apresentadas as médias da conversão alimentar, nas respectivas fases de criação e os resultados da análise estatística.

Não houve efeito dos tratamentos ($p < 0,05$), sobre a conversão alimentar nos períodos de 1 a 7 dias e de 1 a 21 dias, entretanto, no período de 1 a 14 dias observou-se que as dietas formuladas com milho e farelo de soja + óleo e as dietas contendo ingredientes alternativos formuladas com conceito de aminoácidos digestíveis apresentaram resultado de conversão alimentar melhor quando comparados com as dietas contendo ingredientes alternativos formuladas com base no conceito de aminoácidos totais.

TOLEDO et al. (2004), não constatou diferenças estatísticas com relação a conversão alimentar de frangos alimentados com dietas formuladas com base no

conceito de proteína bruta e proteína ideal no período de 1 a 21 dias. Porém quando avaliado o período de 1 a 42 dias os autores puderam observar que frangos alimentados com dietas formuladas com base no conceito de proteína ideal obtiveram resultados de conversão alimentar melhores se comparados aos resultados obtidos por frangos alimentados com dietas formuladas com base no conceito de proteína total.

Nas dietas com ingredientes alternativos a participação total de milho e farelo de soja fica por volta de 35% do peso da ração. Portanto, a composição empregada para esses ingredientes na formulação de ração pode interferir nos resultados, porém, há uma clara tendência de se obter melhores resultados com a dieta a base de milho e farelo de soja. No entanto, tanto as formulações com aminoácidos totais e aminoácidos digestíveis estão resultando em desempenhos equivalentes.

Tabela 16 – Efeito da formulação com aminoácidos digestíveis e totais sobre a conversão alimentar de frangos na fase inicial.

Tratamentos	Conversão Alimentar (kg/kg)		
	1-7 dias	1-14 dias	1-21 dias
Milho e farelo de soja+ óleo	1,109	1,182 ^a	1,330
Ingredientes alternativos + aminoácidos totais	1,159	1,237 ^b	1,347
Ingredientes alternativos + aminoácidos digestíveis	1,134	1,222 ^{ab}	1,349
P	0,396	0,034	0,639
CV(%)	4,91	3,01	2,60

*Atividade ureásica 0,09; Proteína solúvel 82%.

Experimento II

Na Tabela 17 são apresentadas as médias da energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), coeficiente de digestibilidade do nitrogênio (N) e coeficiente de digestibilidade do estrato etéreo (EE) dos diferentes tipos de soja e os resultados da análise estatística.

A energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) foram maiores ($p < 0,05$), para soja extrusada quando comparada com soja desativada e farelo de soja reconstituído com óleo. Entretanto, não houve diferença ($p < 0,05$), entre a soja desativada e o farelo de soja reconstituído. Os resultados encontrados no presente trabalho foram semelhantes aos verificados por SAKOMURA (1996). A autora estudou a digestibilidade do farelo de soja, soja extrusada e soja tostada e verificou resultados de energia metabolizável aparente

corrigida e energia metabolizável verdadeira corrigida superiores para soja extrusada quando comparada ao farelo de soja adicionado de óleo e soja tostada, sendo que estes últimos não apresentaram diferenças entre si. Do mesmo modo, DEL BIANCHI (1996), verificou que o valor da energia metabolizável aparente corrigida da soja extrusada (4.324 kcal/kg) foi superior quando comparada aos valores encontrados para o farelo de soja adicionado de óleo (3.889 kcal/kg) e soja tostada (3764 kcal/kg). WALDROUP et al. (1985) afirmam que o tipo de processamento e a origem da soja integral podem ser responsáveis pelo seu conteúdo de energia metabolizável podendo variar de 3.450 kcal/kg a 4.273 kcal de EM/kg.

O coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo foi menor ($p < 0,05$), para soja desativada se comparado à soja extrusada e ao farelo de soja adicionado de óleo. Isso se explica, pois, o processo de extrusão promove a liberação do óleo intracelular, o tornando disponível, facilitado à digestão e absorção da gordura. Com relação ao farelo de soja, o óleo adicionado está na forma livre o que também proporciona melhores condições de aproveitamento. Entretanto, no processo de desativação há uma menor exposição da gordura presente no grão justificando assim os valores reduzidos dos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo e conseqüentemente da energia metabolizável. Não houve diferença para digestibilidade do nitrogênio entre as sojas.

Tabela 17 – Digestibilidade* da soja extrusada, farelo de soja e soja desativada para frangos.

	EMA (kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)	N (%)	EE(%)
Farelo Soja+ óleo	3.561 b	3.318 b	37,96	93,77 a
Soja Extrusada	3.863 a	3.573 a	40,56	94,91 a
Soja Desativada	3.411 b	3.198 b	38,26	70,20 b
p	0,001	0,001	0,707	0,001

Letras diferentes na coluna indicam diferenças estatísticas ($p < 0,05$).

*Dados expressos na matéria seca

Atividade ureásica de 0,09; 0,08 e 0,03 para o farelo de soja, soja extrusada e soja desativada respectivamente.

Proteína solúvel de 82, 89 e 72% para o farelo de soja, soja extrusada e soja desativada respectivamente.

Experimento III

Na Tabela 18 são apresentadas as médias de consumo de ração, nas respectivas fases de criação e os resultados da análise estatística. Não foi detectada

interação significativa ($p < 0,05$), entre os tipos de soja e os aminoácidos, para nenhuma das fases de criação avaliadas.

O consumo não foi influenciado pelos diferentes tipos de soja em nenhum período, concordando em parte com os resultados encontrados por ZANELLA (1998), que estudando o fornecimento de rações elaboradas a base de farelo de soja + óleo, soja tostada e soja extrusada não encontrou diferença de consumo em nenhum dos períodos estudados (22-37; 38-45 e 1-45 dias de idade) com exceção do período de 1 a 21 dias, onde as aves que receberam ração com soja extrusada tiveram seu consumo reduzido. SAKOMURA (1996), também não encontrou diferenças no consumo de frangos alimentados com diferentes tipos de soja (farelo de soja + óleo, soja extrusada e soja tostada).

PINHEIRO (1993), avaliando diferentes níveis de inclusão de soja integral tostada pelo vapor úmido (0, 7, 14, 21, 28, e 35% de inclusão) em rações de frango de corte (28, 42 e 49 dias de idade), constatou que para as idades consideradas, houve, de forma geral, aumento no consumo de ração à medida que se aumentou a inclusão de soja integral tostada pelo vapor, esse aumento no consumo pode ser explicado, segundo autor, pela redução do nível energético das rações a medida que se elevou o nível de inclusão da soja tostada pelo vapor.

Os tipos de soja não afetaram o consumo de ração das aves, devido as rações serem isoenergéticas e o teor de energia ser um dos fatores que mais influencia o consumo.

Com relação às dietas formuladas com aminoácidos totais e aminoácidos digestíveis, o consumo de ração não foi influenciado em nenhum dos períodos estudados. Esses resultados discordam dos encontrados por MENDONZA et al. (2001), que avaliando o desempenho de frangos de corte (1-42 dias de idade) criados com sexos separados, alimentados com conceito tradicional (proteína bruta) em comparação a dietas formuladas pelo critério de proteína ideal obtiveram aumento no consumo de ração suplementada com aminoácidos sintéticos, sendo esse efeito observado tanto nos machos quanto nas fêmeas.

Tabela 18 - Efeito da formulação com aminoácidos digestíveis e totais em dietas contendo diferentes tipos de soja e ingredientes alternativos, sobre o consumo de ração de frangos.

		Efeitos principais		
		Consumo de ração (kg)		
		1 -7 dias	1-14dias	1-21 dias
Soja	Farelo Soja+ óleo	0,159	0,539	1,155
	Soja Extrusada	0,158	0,541	1,149
	Soja Tostada	0,159	0,537	1,164
Aminoácidos	Totais	0,158	0,536	1,148
	Digestíveis	0,159	0,541	1,164
Soja	Aminoácidos			
Farelo Soja+ óleo	Digestíveis	0,159	0,532	1,152
Farelo Soja+ óleo	Totais	0,156	0,543	1,157
Soja Extrusada	Digestíveis	0,156	0,544	1,156
Soja Extrusada	Totais	0,162	0,537	1,142
Soja Tostada	Digestíveis	0,162	0,548	1,183
Soja Tostada	Totais	0,157	0,529	1,144
		Probabilidade		
Soja (A)		0,820	0,928	0,193
Aminoácidos (B)		0,912	0,487	0,594
A x B		0,366	0,223	0,344

Atividade ureásica de 0,09; 0,08 e 0,03 para o farelo de soja, soja extrusada e soja desativada respectivamente.

Proteína solúvel de 82, 89 e 72% para o farelo de soja, soja extrusada e soja desativada respectivamente.

As médias de ganho de peso para cada fator estudado, nas respectivas fases de criação e os resultados da análise estatística são apresentados na Tabela 19. Na tabela 20 é apresentado o resultado do desdobramento da interação entre os tipos de soja e os aminoácidos nas fases de 1-14 e 1-21 dias de idade.

O ganho de peso foi influenciado significativamente ($p < 0,05$) pelos tipos de soja aos 7 e aos 21 dias. Observou-se que aos 7 dias de idade o tratamento com farelo de soja + óleo proporcionou maior ganho de peso em relação ao tratamento com soja desativada, este por sua vez não diferiu das aves submetidas às dietas com soja extrusada. Aos 21 dias o farelo de soja + óleo proporcionou maior ganho de peso em relação à soja extrusada e a soja desativada. Esses resultados discordam de SAKAMOTO (2002), que não encontraram diferença para ganho de peso, em nenhum período estudado, entre frangos alimentados com farelo de soja, soja extrusada e soja tostada.

Com relação ao efeito dos aminoácidos sobre o ganho de peso das aves, nota-se que foi significativo ($p < 0,05$), para todas as fases de criação estudadas.

As aves que foram alimentadas com rações formuladas à base de aminoácidos digestíveis tiveram maior ganho de peso em relação às aves alimentadas com rações à base de aminoácidos totais. Os resultados obtidos

concordam com MENDONZA et al., (2001), que observaram que o peso corporal aos 42 dias de aves alimentadas com dietas formuladas com aminoácidos digestíveis foi superior quando comparados ao peso corporal de aves alimentadas com aminoácidos totais, sendo 2553g e 2385g respectivamente.

Os resultados encontrados indicam que a formulação de dietas baseadas nas exigências de aminoácidos digestíveis oferece aporte adequado em aminoácidos para a manutenção e máximo ganho de proteína corporal concordando com EMMERT E BAKER (1997), que reforçam a importância do equilíbrio correto de aminoácidos com o objetivo de satisfazer as exigências absolutas das aves e dessa forma promover o melhor desempenho.

Conforme desdobramento da interação entre os tipos de soja e os aminoácidos, na fase de 1-14 dias de idade, observa-se que as aves submetidas às rações formuladas com aminoácidos digestíveis obtiveram os melhores resultados, não diferindo apenas das aves alimentadas com ração a base de farelo de soja formulada com aminoácidos totais. O mesmo resultado pôde ser verificado no período de 1 a 21 dias de idade.

Os resultados obtidos com o presente trabalho permitem inferir que a formulações com aminoácidos digestíveis foi efetiva sobre o ganho de peso de frangos de corte aos 14 e 21 dias em rações formuladas com soja desativada ou soja extrusada, uma vez que o ganho de peso de aves alimentadas com ração formulada com farelo de soja + óleo baseada no conceito de aminoácidos totais não diferiu do ganho de peso das aves alimentadas com as dietas formuladas com base no conceito de aminoácidos digestíveis.

Tabela 19 - Efeito da formulação com aminoácidos digestíveis ou totais em dietas com ingredientes alternativos e diferentes tipos de soja sobre o ganho de peso de frangos.

		Efeitos principais Ganho de Peso (kg)		
		1 -7 dias	1-14 dias	1-21 dias
Soja	Farelo Soja+ óleo	0,138 ^a	0,437	0,857 ^a
	Soja Extrusada	0,132 ^{ab}	0,423	0,822 ^b
	Soja Desativada	0,129 ^b	0,424	0,822 ^b
Aminoácidos	Totais	0,130 ^b	0,420 ^b	0,818 ^b
	Digestíveis	0,136 ^a	0,436 ^a	0,849 ^a
Soja	Aminoácidos			
Farelo Soja+ óleo	Digestíveis	0,141	0,436	0,854
Farelo Soja+ óleo	Totais	0,135	0,439	0,859
Soja Extrusada	Digestíveis	0,135	0,438	0,839
Soja Extrusada	Totais	0,129	0,409	0,807
Soja Desativada	Digestíveis	0,132	0,435	0,854
Soja Desativada	Totais	0,127	0,412	0,789
		Probabilidade		
Soja (A)		0,039	0,080	0,001
Aminoácidos (B)		0,035	0,006	0,002
A x B		0,979	0,050	0,006

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$). Atividade ureásica de 0,09; 0,08 e 0,03 para o farelo de soja, soja extrusada e soja desativada respectivamente.

Proteína solúvel de 82, 89 e 72% para o farelo de soja, soja extrusada e soja desativada respectivamente.

Tabela 20 – Desdobramentos da interação entre os tipos de soja x aminoácidos para o ganho de peso (kg) de frangos aos 14 e 21 dias de idade.

Soja	Aminoácidos	
	Digestíveis	Totais
	1-14 dias	
Soja Desativada	0,435 ^{a A}	0,412 ^{b B}
Farelo Soja+ óleo	0,436 ^{a A}	0,439 ^{a A}
Soja Extrusada	0,438 ^{a A}	0,409 ^{b B}
1-21 dias		
Soja Desativada	0,854 ^{a A}	0,789 ^{b B}
Farelo Soja+ óleo	0,854 ^{a A}	0,859 ^{a A}
Soja Extrusada	0,839 ^{a A}	0,807 ^{b B}

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

Atividade ureásica de 0,09; 0,08 e 0,03 para o farelo de soja, soja extrusada e soja desativada respectivamente.

Proteína solúvel de 82, 89 e 72% para o farelo de soja, soja extrusada e soja desativada respectivamente.

Na Tabela 21 são apresentadas as médias de conversão alimentar, nas respectivas fases de criação e os resultados da análise estatística. Não foi detectada interação entre os tipos de soja e o modelo de formulação para nenhuma das fases de criação avaliadas.

Tabela 21 - Efeito da formulação com aminoácidos digestíveis e totais em dietas contendo diferentes tipos de soja sobre a conversão alimentar de frangos.

		Efeitos principais		
		Conversão Alimentar (kg/kg)		
		1 -7 dias	1-14 dias	1-21 dias
Soja	Farelo Soja+ óleo	1,146 ^a	1,229 ^a	1,348 ^a
	Soja Extrusada	1,120 ^{ab}	1,278 ^b	1,397 ^b
	Soja Desativada	1,234 ^b	1,272 ^b	1,418 ^b
Aminoácidos	Totais	1,218 ^b	1,278 ^b	1,404 ^b
	Digestíveis	1,172 ^a	1,241 ^a	1,372 ^a
Soja	Aminoácidos			
Farelo Soja+ óleo	Digestíveis	1,159	1,222	1,349
Farelo Soja+ óleo	Totais	1,134	1,237	1,347
Soja Extrusada	Digestíveis	1,254	1,241	1,379
Soja Extrusada	Totais	1,156	1,314	1,415
Soja Desativada	Digestíveis	1,241	1,260	1,386
Soja Desativada	Totais	1,227	1,285	1,450
		Probabilidade		
Soja (A)		0,027	0,020	0,018
Aminoácidos (B)		0,003	0,015	0,001
A x B		0,177	0,230	0,129

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$). Atividade ureásica de 0,09; 0,08 e 0,03 para o farelo de soja, soja extrusada e soja desativada respectivamente.

Proteína solúvel de 82, 89 e 72% para o farelo de soja, soja extrusada e soja desativada respectivamente.

A conversão alimentar foi influenciada significativamente ($p < 0,05$) tanto para efeito de tipos de soja, quanto para efeito de modelo de formulação em todos os períodos.

Para os tipos de soja observou-se que aos 7 dias de idade o tratamento com farelo de soja + óleo proporcionou melhor conversão alimentar em relação ao tratamento com soja desativada enquanto que as aves submetidas às dietas com soja extrusada não diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) em relação às aves alimentadas com farelo de soja e soja desativada.

Aos 14 e 21 dias, a conversão alimentar foi melhor para o tratamento com farelo de soja + óleo que não diferiu do tratamento com soja extrusada, e este por sua vez não diferiu da soja desativada ($p < 0,05$).

ZANELLA (1998) constatou que aves que consumiram ração com soja extrusada obtiveram resultados superiores às aves alimentadas com soja desativada, discordando dos resultados encontrados no presente trabalho, uma vez que não foi detectada diferença na conversão alimentar entre as aves alimentadas com soja extrusada e soja desativada. Já SAKOMURA et al. (1998), encontraram melhor desempenho para aves tratadas com soja integral extrusada e soja integral tostada a vapor em relação ao farelo de soja adicionado de óleo.

Para efeito do modelo de formulação sobre a conversão alimentar, verifica-se que em todas as fases de criação (1-7; 1-14 e 1-21), as dietas formuladas com aminoácidos digestíveis obtiveram os melhores resultados em relação às dietas formuladas com base nos aminoácidos totais.

3.4. CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido pode ser concluído que:

Não há diferença de consumo de ração e ganho de peso entre os frangos alimentados com dieta a base de milho e farelo de soja + óleo, dietas com ingredientes alternativos formuladas com base no conceito de proteína bruta e dietas com ingredientes alternativos formuladas com base no conceito de proteína ideal.

Aves alimentadas com dietas formuladas com aminoácidos digestíveis apresentam melhor conversão alimentar em relação às aves alimentadas com dietas formuladas com aminoácidos totais.

A formulação de dietas com aminoácidos digestíveis promove aumento de 7,6% quando usada soja tostada e 3,8% quando usada soja extrusada no ganho de peso de frangos de corte em relação às aves alimentadas com dietas formuladas com aminoácidos totais.

A conversão alimentar de frangos é 3,8% mais eficiente em dietas formuladas com aminoácidos digestíveis se comparadas às dietas formuladas com aminoácidos totais.

Dietas formuladas com conceito de proteína bruta a base de farelo de soja + óleo demonstram ser 4% mais eficientes no ganho de peso em relação às dietas contendo soja extrusada e desativada. Porém essa diferença entre as sojas desaparece em dietas formuladas com conceito de proteína ideal.

LITERATURA CITADA

- ARAUJO, L.F., JUNQUEIRA, O.M., ARAÚJO, C.S.S., et al. Proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Rev. Br. Cienc. Avic.**, v.3n.2 p.157-162, 2001.
- ARAUJO, L.F. JUNQUEIRA, O.M., ARAÚJO, C.S.S. Redução do nível protéico da dieta, através da formulação baseada em aminoácidos digestíveis. **Cienc. Rural**, v.34 n.4 p.119-1201, 2004.

- BELLAVER, C. Substituição parcial do farelo de soja pela farinha de vísceras de aves em dietas balanceadas com base na proteína ideal e aminoácidos totais ou digestíveis para frangos de corte. **Rev. Br. Cienc. Avic.**, v.3n.3 p. 233-240, 2001.
- DEL BIANCHI, M. **Efeito da idade do frango de corte na digestibilidade dos nutrientes da soja integral processada pelo calor**. Jaboticabal, 1996. 105p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- EMMERT, J.L., BAKER, D.H.. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **J. Appl. Poultry Res.** v.6, p. 462-470, 1997.
- MATTERSON, L.D., POTTER, L.M., STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report, Storrs**. Connecticut : University of Connecticut. Agricultural Experiment Station, 1965.
- MENDONZA, M.O.B, COSTA, P.T.C., KATZER, L.H., et al. Desempenho de frangos de corte, sexados, submetidos a dietas formuladas pelos conceitos de proteína bruta versus proteína ideal. **Cienc. Rural**, v.31, n.1, p. 111- 115, 2001.
- NASCIMENTO A.H, GOMES, P.C., ALBINO, L.F.T., et al. Coeficiente de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de farinhas de penas para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre, **Anais...**
- PINHEIRO, J.W. **Soja integral processada pelo calor em rações de frangos de corte**. Jaboticabal, 1993. 175p Tese (Doutorado em zootecnia) – Universidade Estadual Paulista.
- ROSTAGNO, H.S. Diet formulation for broilers base don total versus digestible amino acids. **J. Appl. Poult. Res.**, v.4 p. 293-299, 1995.
- SAKAMOTO, M.I.,CELLA, P.S., KOLLING, A.V., et al. Avaliação da soja integral extrusada, desativada e farelo de soja na alimentação de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife, **Anais...** 1CD-ROM.
- SAKOMURA, N.K. Uso da soja integral na alimentação de aves. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUINOS E AVES, 1996, Campinas. **Anais...** p.26-59.
- SAKOMURA, N.K., SILVA, R., LAURENTZ, A.C., et al. Avaliação da soja integral tostada ou extrusada sobre o desempenho de frangos de corte. **Rev. Br. Zootec.**, v.27, n.3, p.584-594, 1998.
- SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais. In: **Simpósio Internacional de Nutrição Animal: Proteína Ideal, Energia líquida e modelagem**. Santa Maria, 2001.

- TOLEDO, G.S., LOPEZ, J., COSTA, P.T., et al. Aplicação dos conceitos de proteína bruta e proteína ideal sobre o desempenho de frangos de corte machos e fêmeas criados no inverno. **Cienc. Rural**, v.34 n.6 p.1927-1931, 2004.
- WALDROUP P. W., RAMSEY, B.E., HELWING, H.M., et al. Optimum processing for soybean meal used in broiler diets. **Poult. Sci.**, Champaign, v.64 p. 2314-2320, 1985.
- ZANELLA, I. **Suplementação Enzimática em Dietas a Base de Milho e Sojas Processadas sobre a Digestibilidade de Nutrientes e Desempenho de Frangos de Corte**. Jaboticabal, 1998. 179p. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal)– Universidade Estadual Paulista.

CAPITULO 4

EFEITO DA ADIÇÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO E DA GRANULOMETRIA DA SOJA INTEGRAL DESATIVADA SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO

Este experimento foi conduzido com objetivo de avaliar o efeito da adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada sobre o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade. Foram utilizados 480 pintos de corte, machos da linhagem Ross distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (enzima x granulometria), contendo 4 tratamentos, com 6 repetições, cada uma com 20 aves. As aves foram alojadas em galpão convencional, dividido em boxes com piso de maravalha e receberam água e ração à vontade. As rações experimentais foram formuladas à base de milho, farelo de soja e soja integral desativada 1,5mm (fina), soja integral desativada 1,5mm + enzima, soja integral desativada 4,0mm (grossa) e soja integral desativada 4,0mm + enzima. O complexo enzimático (xilanase, β -glucanase, mannase, pectinase e protease) foi adicionado na dosagem de 50g/t de ração. A adição do complexo enzimático aumentou em 4% o consumo de ração e 2,8% o ganho de peso no período final de criação. O consumo de ração foi aumentado em 3% no período final e 2% no período total em aves que ingeriram ração com granulometria fina. No período inicial as aves que ingeriram ração com granulometria grossa tiveram aumento de 5% no ganho de peso e obtiveram os melhores índices de conversão alimentar, entretanto a partir do 22º dia as aves alimentadas com ração granulometria fina passaram a ganhar 4% a mais de peso se comparadas às aves alimentadas com ração com granulometria grossa. A adição do complexo enzimático em dietas a base de soja integral melhora o desempenho de frangos. Não é recomendada a utilização da soja com granulometria fina (1,5mm) nas fases iniciais para frangos.

Palavras chave: **enzima exógena, desempenho, frangos de corte, granulometria, soja integral.**

EFFECT OF THE ENZYMATIC COMPLEX ADDITION AND DEACTIVATED FULL-FAT SOYBEAN PARTICLE SIZE ON THE PERFORMANCE OF BROILERS

ABSTRACT

This experiment was carried out to evaluate the effect of the enzymatic complex addition and deactivated full-fat soybean particle size on feed intake, weight gain and feed:gain ratio of broilers in the period from 1 to 42 days of age. 480 male broiler chicks from the Ross strain were used, allotted to a completely randomized factorial scheme 2x2 (enzyme x particle size), containing 4 treatments, 6 replicates, each one with 20 chicks. The broilers were housed in a conventional barn, divided in floor pens with wood shavings. Feed and water were ad libitum fed to broilers. The experimental diets were based on corn, soybean meal and 1,5 mm (fine) deactivated full-fat soybean, 1,5 mm (fine) deactivated full-fat soybean + enzyme, 4,0 mm (coarse) deactivated full-fat soybean and 4,0 mm deactivated full-fat soybean + enzyme. The enzymatic complex (xylanase, β -glucanase, mannanase, pectinase and protease) was supplied in the dose of 50g/t of ration. The enzymatic complex addition increased the diet intake in 4% and the weight gain in 2,8% in the final period. The feed intake increased 3% in the final period and 2% in the total period which the poultry were fed on fine particle size diet. In the initial period, the chicks that ingested the coarse particle size diet had a 5% weight gain increase and had the greater feed:gain ratio, however from day 22nd the poultry fed on the fine particle size diet began gaining 4% more weight than the poultry fed on the coarse particle size diet. The addition of the enzymatic complex in diets with deactivated full-fat soybean improves the performance of chickens. The use of the soy with fine particle size (1,5mm) in the initial phases for chickens is not recommended.

Key words: broilers, exogenous enzyme, full-fat soybean, particle sizes, performance.

4.1. INTRODUÇÃO

O crescimento na produção de frangos de corte tem levado os nutricionistas a buscar soluções a fim de atender as exigências nutricionais das aves que devido ao rápido crescimento passaram a exigir alimentos de melhor qualidade.

O tamanho das partículas do alimento e a forma física da ração influenciam sua velocidade de passagem no trato gastrintestinal (MACARI et al., 1994).

Aves alimentadas com rações fareladas com granulometria fina podem ter seu consumo reduzido e conseqüentemente obterem menor ganho de peso. Contudo aves que recebem rações com granulometria mais grossa tem a velocidade de passagem das partículas maiores, da moela para o intestino, reduzida resultando em melhor ganho de peso (NIR et al., 1994).

Aparentemente, o alimento farelado resulta em partição mais eficiente do oxigênio, por ser consumido de modo mais regular e permanecer por períodos mais longos na moela em pH mais baixo, nesse caso, a carga intestinal é mais leve em relação à das rações peletizadas (NIR, 1998).

LOTT et al. (1992), realizaram um experimento a fim de avaliar o efeito da temperatura, níveis de energia e tamanho das partículas sobre o desempenho de frangos. Os resultados obtidos com relação à granulometria demonstraram que animais que ingeriram ração com granulometria menor apresentaram melhor desempenho.

DAHLKE (2000) verificou que rações fareladas com granulometria mais fina resultaram em conversão alimentar e ganho de peso inferiores quando comparadas às rações com granulometria mais grossa, segundo o autor isso se explica devido aos fato de haver menor ingestão de ração por parte das aves.

Devido o grão de soja integral apresentar fatores antinutricionais como os inibidores de tripsina, lectinas e polissacarídeos não amiláceos a indústria aplica processamentos térmicos, como a extrusão e a tostagem, com intuito de desativar os compostos antinutritivos do grão integral cru.

A extrusão e a peletização melhoram a digestibilidade e o ganho de peso das aves, entretanto existem alguns fatores antinutricionais e constituintes de baixa digestibilidade que não são afetados, seja totalmente ou parcialmente, por estes processos, como as pectinas, hemiceluloses e oligossacarídeos (rafinose e estaquiose). SOTO-SALANOVA et al. (1996), estudando diferentes amostras de

farelo de soja, encontraram níveis residuais de lectinas e atividades de inibidores de proteases.

Os frangos não dispõem de certas enzimas para digerir alguns alimentos, principalmente os ricos em fósforo fítico ou em polissacarídeos não amiláceos.

Os polissacarídeos são classificados como solúveis e insolúveis em função da capacidade de formar solução homogênea ou não com a água, contudo, muitas das atividades antinutritivas são atribuídas diretamente aos polissacarídeos solúveis apesar de os polissacarídeos insolúveis também apresentarem efeito na taxa de passagem da digesta e na retenção de água (LIMA e VIOLA, 2001).

A presença dos polissacarídeos não amiláceos solúveis no lúmen intestinal promove aumento da viscosidade da digesta devido à formação de polímeros ou géis com a água, comprometendo a digestão e a absorção dos nutrientes, pois, dificultam a ação das enzimas digestivas e a difusão das substâncias relacionadas com a digestão e absorção. O aumento da viscosidade no intestino afeta a digestibilidade do amido, da proteína e dos lipídeos (NUNES et al., 2001).

Pesquisas demonstram respostas positivas a digestibilidade de nutrientes e ao desempenho de aves alimentadas com rações à base de milho e soja, quando estas foram suplementadas com enzimas como carboidrases, proteases, pectinases e alfa galactosidades (GARCIA et al., 2000; BRITO et al., 2003 e TORRES et al., 2003; COSTA et al., 2004).

ZANELLA (1998), avaliando a suplementação enzimática (amilase, protease e xilanase) em dietas a base de milho e sojas processadas (farelo de soja, soja integral tostada e soja integral extrusada) sobre a digestibilidade de nutrientes e desempenho de frangos de corte, observou que a suplementação enzimática proporcionou aumento significativo no ganho de peso e conversão alimentar das aves em três das quatro fases de criação estudadas (1-21; 22-37; 1-45). O consumo de ração não foi afetado em nenhuma das fases.

COSTA et al. (2002), verificaram que a suplementação enzimática (amilase, protease e xilanase) em dietas sem redução de energia metabolizável melhorou o ganho de peso e conversão alimentar de frangos no período de 22 a 40 dias de idade. Porém as aves alimentadas com dietas com o valor de energia metabolizável reduzido com suplementação de complexo enzimático apresentaram resultados de desempenho reduzidos no mesmo período.

CLEMENTINO et al. (2002), estudaram o efeito da adição de enzima (amilase, protease e xilanase) sobre o desempenho de frangos, diminuindo-se os níveis nutricionais das rações e substituindo-se pela a adição de enzima (dieta sem enzima, dieta com enzima, dieta com redução de 1% dos valores energéticos e protéicos + 1% de enzima, dieta com redução de 2% dos valores energéticos e protéicos + 2% de enzima, dieta com redução de 3% dos valores energéticos e protéicos + 3% de enzima), concluíram que o uso de enzimas no período de 1 a 21 e 22 a 42 dias de criação, torna possível a redução dos níveis nutricionais de dietas a base de milho e farelo de soja, sem afetar o desempenho das aves.

SOTO-SALANOVA (1996), afirmou que o uso de enzimas como aditivo nas dietas pode significar uma redução considerável nos níveis de Energia Metabolizável, Proteína e Aminoácidos nas formulações de rações para frangos de corte e estabeleceu que esta redução pudesse ser no mínimo de 2,5% o que reduziria o custo das rações mesmo quando incluindo o custo da enzima.

Com base no exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da granulometria da soja integral e da adição de enzima exógena sobre o desempenho de frangos de corte.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Local

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental do Canguiri da Universidade Federal do Paraná.

4.2.2 Instalações

As aves foram alojadas em galpão convencional dividido em boxes, com dimensões 1,5 x 1,0 (c x l) e piso de maravalha reutilizada de galinhas com 20 semanas. Para o aquecimento foi utilizado uma campânula elétrica equipada com lâmpada infravermelho para cada box.

4.2.3 Animais

Foram utilizados 480 pintos de corte machos de um dia de idade da linhagem Ross com peso médio de 44g. Em cada box foram alojados 20 animais, totalizando 6 repetições por tratamento.

4.2.4 Tratamentos

As rações experimentais foram formuladas à base de milho, farelo de soja e soja integral desativada 1,5mm (fina), soja integral desativada 1,5mm + enzima, soja integral desativada 4,0mm (grossa) e soja integral desativada 4,0mm + enzima. O complexo enzimático (xilanase, β -glucanase, mannase, pectinase e protease) foi adicionado na dosagem de 50g/t de ração. Nas tabelas 22 e 23 estão às composições nutricionais das rações utilizadas nos períodos de 1 a 21 e de 22 a 42 respectivamente e os tratamentos estão descritos abaixo:

- T1 soja integral desativada 4,0 mm sem enzimas
- T2 soja integral desativada 4,0 mm com enzimas
- T3 soja integral desativada 1,5 mm sem enzimas
- T4 soja integral desativada 1,5 mm com enzimas

Tabela 22 – Composição da ração experimental para a fase inicial (1-21 dias)

Ingredientes	T1	T2	T3	T4
Milho 8%	522,207	522,207	522,207	522,207
Soja Farelo 45%	163,022	163,022	163,022	163,022
Soja Integral 37% (1,5mm)			274,158	274,158
Soja Integral 37% (4,0mm)	274,158	274,158		
Calcário 38%	8,135	8,135	8,135	8,135
Foscálcio 45	18,883	18,883	18,883	18,883
Sal	4,667	4,667	4,667	4,667
L-Triptofano 98,5%	0,227	0,227	0,227	0,227
L-Lisina 78%	1,465	1,465	1,465	1,465
DL-Metionina 99%	3,213	3,213	3,213	3,213
Premix*	4,000	4,000	4,000	4,000
Enzima		0,050		0,050
Inerte	0,050		0,050	
Níveis nutricionais				
Proteína %	22,000	22,000	22,000	22,000
Cálcio %	0,900	0,900	0,900	0,900
Fósforo total %	0,760	0,760	0,760	0,760
Fósforo disponível %	0,480	0,480	0,480	0,480
Sódio %	0,200	0,200	0,200	0,200
Potássio %	0,900	0,900	0,900	0,900
Cloro %	0,351	0,351	0,351	0,351
MEq/kg	218,431	218,431	218,431	218,431
Lisina %	1,335	1,335	1,335	1,335
Metionina %	0,671	0,671	0,671	0,671
Met+Cist %	1,049	1,049	1,049	1,049
Triptofano %	0,266	0,266	0,266	0,266
Treonina %	0,861	0,861	0,861	0,861
Triptofano dig. Aves%	0,232	0,232	0,232	0,232
Lisina dig. Aves %	1,180	1,180	1,180	1,180
Metionina dig. Aves %	0,628	0,628	0,628	0,628
Met+Cist dig. Aves %	0,940	0,940	0,940	0,940
Treonina dig. Aves %	0,760	0,760	0,760	0,760
EM Aves kcal/kg	3.100	3.100	3.100	3.100

*Fornecimento por Kg da dieta: Vit A 8.000 UI; Vit D3 2.400 UI; Vit E 16,65 mg; Vit K 1,5 mg; Vit B1 0,6 mg; Vit B2 2,36 mg; Vit B6 0,6 mg; Vit B12 1,320 mcg; biotina 0,15 mg; Colina 1,54 g; ácido pantotênico 9,32 mg; Niacina 30,12 mg; ácido fólico 1,42 mg; Se 0,65 mg; I 0,35 mg; Fe 57,72 mg; Cu 12,30 mg; Zn 141,48 mg; Mn 173,0 mg; K 7,88 g; S 0,72 g; Mg 0,90 g; monensina 110mg/kg; avilamicina 10 mg/kg; promotor de crescimento 20mg/kg.

Tabela 23 – Composição da ração experimental para as fases de crescimento e terminação (22-42 dias)

Ingredientes	T1	T2	T3	T4
Milho 8%	569,151	569,101	569,101	569,101
Soja Farelo 45%	79,875	79,875	79,875	79,875
Soja Integral 37% (1,5mm)			313,466	313,466
Soja Integral 37% (4,0mm)	313,466	313,466		
Calcário 38%	7,926	7,926	7,926	7,926
Foscálcio 45	17,510	17,510	17,510	17,510
Sal	3,500	3,500	3,500	3,500
L-Treonina 98,5%	0,464	0,464	0,464	0,464
L-Lisina 78%	1,446	1,446	1,446	1,446
DL-Metionina 99%	2,662	2,662	2,662	2,662
Premix*	4,000	4,000	4,000	4,000
Enzima		0,050		0,050
Inerte	0,050		0,050	
Níveis nutricionais				
Proteína %	20,000	20,000	20,000	20,000
Cálcio %	0,851	0,851	0,851	0,851
Fósforo total %	0,720	0,720	0,720	0,720
Fósforo disponível %	0,450	0,450	0,450	0,450
Sódio %	0,200	0,200	0,200	0,200
Potássio %	0,832	0,832	0,832	0,832
Cloro %	0,281	0,281	0,281	0,281
MEq/kg	220,000	220,000	220,000	220,000
Lisina %	1,202	1,202	1,202	1,202
Metionina %	0,591	0,591	0,591	0,591
Met+Cist %	0,943	0,943	0,943	0,943
Triptofano %	0,239	0,239	0,239	0,239
Treonina %	0,804	0,804	0,804	0,804
Triptofano dig. Aves%	0,210	0,210	0,210	0,210
Lisina dig. Aves %	1,050	1,050	1,050	1,050
Metionina dig. Aves %	0,551	0,551	0,551	0,551
Met+Cist dig. Aves %	0,840	0,840	0,840	0,840
Treonina dig. Aves %	0,710	0,710	0,710	0,710
EM Aves kcal/kg	3.200	3.200	3.200	3.200

*Fornecimento por Kg da dieta: Vit A 8.000 UI; Vit D3 2.400 UI; Vit E 16,65 mg; Vit K 1,5 mg; Vit B1 0,6 mg; Vit B2 2,36 mg; Vit B6 0,6 mg; Vit B12 1,320 mcg; biotina 0.15 mg; Colina 1.54 g; ácido pantotênico 9,32 mg; Niacina 30,12 mg; ácido fólico 1,42 mg; Se 0,65 mg; I 0,35 mg; Fe 57,72 mg; Cu 12,30 mg; Zn 141,48 mg; Mn 173,0 mg; K 7,88 g; S 0,72 g; Mg 0,90 g; salinomicina 66mg/kg; avilamicina 10 mg/kg; promotor de crescimento 20mg/kg.

4.2.5 Manejo

Os pintos de um dia foram pesados assim que chegaram ao aviário e em seguida foram alojados em boxes. Os animais receberam água e ração à vontade durante todo o experimento.

As aves receberam 24 horas de luz, sendo que a noite a iluminação foi artificial e durante o dia utilizou-se iluminação natural.

As pesagens foram efetuadas no 7º, 21º e 42º dias de idade.

4.2.6 Delineamento Experimental

As aves foram distribuídas em um delineamento foi inteiramente casualizado esquema fatorial 2x2 (enzima x granulometria), contendo quatro tratamentos, cada um composto por seis repetições com 20 aves cada uma. Os dados de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar foram submetidos à análise de variância.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise estatística e as médias dos tratamentos estão apresentados na Tabela 24.

Tabela 24 - Efeito da adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada sobre o consumo de ração de frangos.

		Efeitos principais				
		Consumo de ração (kg)				
		1 -7 dias	8-21 dias	22-42 dias	1-21 dias	1-42 dias
Enzima	Com	0,163	0,868	2,757a	1,031	3,788
	Sem	0,163	0,905	2,647b	1,068	3,715
Granulometria	Fina	0,163	0,854	2,743a	1,046	3,789a
	Grossa	0,162	0,919	2,661b	1,053	3,714b
Enzima	Granulometria					
Com	Fina	0,164	0,868	2,774	1,032	3,806
Com	Grossa	0,162	0,869	2,740	1,031	3,771
Sem	Fina	0,163	0,898	2,711	1,061	3,772
Sem	Grossa	0,163	0,912	2,583	1,074	3,657
		Probabilidade				
Enzima (A)		0,9835	0,0723	0,0025	0,0605	0,0531
Granulometria (B)		0,5452	0,7036	0,0186	0,7350	0,0489
A x B		0,6473	0,7374	0,1572	0,6908	0,2887

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que não houve interação ($p < 0,05$), em nenhuma fase de criação.

O consumo alimentar foi afetado significativamente ($p < 0,05$), pela adição do complexo enzimático no período de 22 a 42 dias de idade, sendo que as aves suplementadas consumiram 4% a mais em relação às aves que não receberam suplementação enzimática, resultados estes semelhantes aos encontrados por COSTA et al. (2004), que não observaram diferença no consumo entre aves suplementadas ou não com complexo enzimático na ração no período inicial de

criação, no entanto, no período final de criação, as aves suplementadas obtiveram maior consumo em relação às aves não suplementadas.

A granulometria da soja afetou o consumo de ração no período de 22-42 dias e no período total. No período de 22-42 dias as aves alimentadas com ração contendo soja granulometria fina tiveram 3% de aumento no consumo se comparadas às aves alimentadas com ração com soja granulometria grossa. No período total de criação, a ração com soja granulometria fina proporcionou um aumento de 2% no consumo das aves. Os resultados obtidos discordam de NIR et al. (1994), DAHLKE (2000) e LÓPEZ e BAIÃO (2002) os quais observaram que rações fareladas com granulometria mais fina resultam consumo alimentar inferiores quando comparadas às rações com granulometria mais grossa.

Os resultados para ganho de peso, análise estatística e as médias dos tratamentos estão apresentados na Tabela 25. De acordo com os resultados obtidos, observa-se que não houve interação significativa ($p < 0,05$), em nenhuma fase de criação.

O ganho de peso foi influenciado significativamente ($p < 0,05$), pela adição do complexo enzimático no período de 22 a 42 dias de idade e no período total de criação. Considerando o período total de criação a adição de enzimas aumentou 2,8% o ganho de peso, em relação às dietas não suplementadas. ZANELLA (1998) verificou efeito da suplementação enzimática em todas as fases de criação com exceção de 38 a 45 dias, sendo que o aumento no ganho de peso das aves foi 2,2%. BRITO et al. (2003), verificaram que a adição do complexo multienzimático proporcionou aumento de 4,5% no ganho de peso de frangos no período de 1 a 21 dias de idade.

A granulometria da soja influenciou o ganho de peso no período de 1 a 7 e de 22 a 42 dias de idade. No período inicial as aves que ingeriram ração com soja granulometria grossa tiveram aumento de 5% no ganho de peso em relação às aves que foram alimentadas com ração com soja granulometria fina. Observa-se que a partir do 22º dia as aves alimentadas com ração contendo soja granulometria fina passam a obter resultado de ganho de peso 4% superior se comparadas às aves alimentadas com ração com soja granulometria grossa. Apesar de não significativo, as aves alimentadas com ração soja granulometria fina, no período total de criação, apresentaram um aumento de 1,6% no ganho de peso.

Resultados semelhantes foram evidenciados por LOTT et al. (1992), que realizaram um experimento a fim de avaliar o efeito da temperatura, níveis de energia e tamanho das partículas sobre o desempenho de frangos. Os resultados obtidos com relação a granulometria demonstraram que animais que ingeriram ração com granulometria menor apresentaram melhor desempenho.

Tabela 25 - Efeito da adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada sobre o ganho de peso de frangos.

		Efeitos principais				
		Ganho de Peso (kg)				
		1 -7 dias	8-21 dias	22-42 dias	1-21 dias	1-42 dias
Enzima	Com	0,136	0,655	1,615a	0,787	2,402a
	Sem	0,136	0,666	1,535b	0,799	2,334b
Granulometria	Fina	0,133b	0,651	1,607a	0,780	2,387
	Grossa	0,140a	0,670	1,543b	0,806	2,349
Enzima	Granulometria					
Com	Fina	0,134	0,649	1,647	0,779	2,426
Com	Grossa	0,137	0,662	1,584	0,795	2,379
Sem	Fina	0,131	0,653	1,568	0,780	2,348
Sem	Grossa	0,142	0,679	1,502	0,817	2,319
		Probabilidade				
Enzima (A)		0,8250	0,4475	0,0062	0,4033	0,0072
Granulometria (B)		0,0047	0,1765	0,0242	0,0667	0,1147
A x B		0,0866	0,6738	0,9530	0,4579	0,7104

Os resultados para conversão alimentar, a análise estatística e as médias dos tratamentos estão apresentados na Tabela 26.

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que não houve interação ($p < 0,05$), em nenhuma fase de criação. A conversão alimentar não foi afetada significativamente ($p < 0,05$), pela adição do complexo enzimático em nenhum dos períodos de criação.

Apesar de não significativo, as aves que consumiram ração suplementada com complexo enzimático obtiveram melhor resultado para conversão alimentar. CLEMENTINO et al. (2002), verificaram que no período de 1 a 21 dias frangos alimentados com dietas contendo níveis nutricionais normais com enzimas e níveis protéicos e energéticos reduzidos em 2 e 3% suplementadas com 2 e 3% de enzimas respectivamente, obtiveram os melhores resultados para conversão alimentar se comparados com frangos alimentados com dietas com níveis normais sem suplementação enzimática e com dietas com níveis nutricionais reduzidos em

1% suplementas com 1% de enzimas, resultado semelhante foi observado por COSTA (2004).

ZANELLA (1998) e TORRES et al. (2003), não observaram diferença estatística para conversão alimentar entre os tratamentos com suplementação enzimática com níveis reduzidos de energia em relação aos tratamentos sem suplementação enzimática com níveis normais de energia, evidenciando a eficiência das enzimas no aproveitamento energético das dietas.

A conversão alimentar foi afetada significativamente ($p < 0,05$) pela granulometria da soja nos períodos de 1 a 7 e 1 a 21 dias.

No período de 1 a 7 dias as aves que consumiram ração com soja granulometria grossa obtiveram resultado 6% melhor em relação às aves que consumiram ração com soja granulometria fina. No período de 1 a 21 dias de idade a soja granulometria grossa proporcionou melhores resultados para conversão alimentar. Estes resultados concordam com LÓPEZ e BAIÃO (2004), que verificaram em dietas fareladas para frango de corte que a granulometria grossa proporcionou melhores resultados.

Já MURTA et al. (2004), trabalhando com diferentes granulometrias de sorgo (1,20mm; 4,763mm; 6,350mm e 9,525mm) para frangos de 8 a 42 dias de idade não encontraram diferença entre nenhum dos tratamentos.

Tabela 26 - Efeito da adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada sobre a conversão alimentar de frangos.

		Efeitos principais				
		Conversão Alimentar				
		1 -7 dias	8-21 dias	22-42 dias	1-21 dias	1-42 dias
Enzima	Com	1,199	1,326	1,708	1,311	1,577
	Sem	1,196	1,359	1,726	1,338	1,592
Granulometria	Fina	1,234b	1,357	1,708	1,343b	1,588
	Grossa	1,162a	1,327	1,725	1,306a	1,581
Enzima	Granulometria					
Com	Fina	1,221	1,339	1,687	1,325	1,569
Com	Grossa	1,178	1,312	1,730	1,296	1,585
Sem	Fina	1,247	1,376	1,730	1,360	1,605
Sem	Grossa	1,146	1,343	1,721	1,315	1,577
		Probabilidade				
Enzima (A)		0,8432	0,1228	0,4104	0,1367	0,1889
Granulometria (B)		0,0002	0,1664	0,4206	0,0451	0,5335
A x B		0,0823	0,9084	0,2188	0,6513	0,0562

4.4. CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido pode ser concluído que:

A adição de 50g/t de complexo enzimático (xilanase, β -glucanase, mannanase, pectinase e protease) na ração de frangos de corte, aumenta em 4% o consumo de ração e 2,8% o ganho de peso no período final de criação.

O consumo de ração aumenta 3% no período final (22-42 dias) e 2% no período total (1-42 dias) em aves consumindo ração com granulometria fina.

A adição de complexo enzimático em dietas a base de soja integral melhora o desempenho de frangos de corte.

O impacto de suplementação enzimática foi melhor após os 22 dias de idade do frango provavelmente porque as rações dessa fase continham maior quantidade de soja integral.

Não é recomendada a utilização da soja com granulometria fina (1,5 mm) nas fases iniciais para frango de corte.

LITERATURA CITADA

- BRITO, C.O., ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., et al. Efeito da adição de complexo multienzimático em rações com soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria, **Anais...** CD-ROM.
- CLEMENTINO, R.H., COSTA, F.G.P, JÁCOME, I.M.T.D., et al. Efeito dos níveis de enzimas sobre o desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife, **Anais...** CD-ROM.
- COSTA, F.G., CLEMENTINO, R.H., JÁCOME, I.M.T.D., et al. Utilização de um complexo multienzimático em dietas de frangos de corte. **Cienc. Anim. Br.** v.5 p.63-71, 2004.
- DAHLKE, F. **Tamanho da partícula do milho e forma física da ração para frangos de corte e seus efeitos sobre o desempenho, dinâmica intestinal e rendimento de carcaça.** Porto Alegre, 2000. 98p Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- FIGUEIREDO, A.N. **Efeito da adição de enzima em rações a base de milho e diferentes tipos de soja sobre a digestibilidade e o desempenho produtivo de frangos de corte.** Jaboticabal-SP, 1999. 65p Monografia (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- FINNFEEDS INTERNATIONAL. Enzymes in animal nutrition. Technical Support Manual. England, p. 11-16, 1991.
- GARCIA, E.R.M. MURAKAMI, A.E., BRANCO, A.F., et al. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Rev. Soc. Br. Zootec.** v.29, n.5, p.1414-1426, 2000
- LIMA, G.J.M.M. e VIOLA, E.S. Ingredientes energéticos: trigo e tritcale na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Campinas CBNA p.33-61, 2001.
- LOPEZ, C.A.A., BAIÃO, N.C. Efeitos da moagem dos ingredientes e da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. **Arq. Br. Med. Vet. Zootec.**, v.54, n.2, p.189-195, 2002.
- LOPEZ, C.A.A., BAIÃO, N.C. Efeitos do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte. **Arq. Br. Med. Vet. Zootec.**, v.56, n.2, p.214-221, 2004.
- LOTT, B.D., DAY E.J., DEATON J.W., et al. The effect of temperature, dietary energy level and corn particle size on broiler performance. **Poult. Sci.**, Champaign v.71 p.618-624, 1992.
- MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** Jaboticabal: FUNESP/UNESP, 1994. 296p.
- MURTA, G.P.O, et al. Efeito da moagem do sorgo grão sobre o desempenho de frangos de corte. **Rev. Br. Cienc. Avic.**, p.32, 2004. Supplementum 6.
- NIR, I., HILLEL, R., SHEFET, G., et al. Effect of grain particle size performance. 2. Grain texture interactions. **Poult. Sci.**, Champaign v.73 p.781-791, 1994.
- NIR, I. Resposta de frangos de corte à estrutura alimentar: ingestão de alimentos e trato gastrointestinal. In: **Simpósio Internacional Sobre Nutrição De Aves.** Campinas CBNA, p. 49-68,1998.

- NUNES, R.V. NUNES, R.V. BUTERI, C.B., NUNES, C.G.V., et al. Fatores Antinutricionais dos Ingredientes Destinados à Alimentação Animal. In: **Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal**. Campinas CBNA, p. 235-272, 2001.
- SOTO-SALANOVA, M.F., GARCIA, O., GRAHAM, H., et al. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba. **Anais...** p.71-76, 1996.
- TORRES, D.M., COTTA, J.T.B., TEIXEIRA, A.S., et al. Dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com enzimas na alimentação de frangos de corte. **Ciênc. Agrotec., Lavras**, v. 27, n.1, p199-205, 2003.
- ZANELLA, I. **Suplementação Enzimática em Dietas a Base de Milho e Sojas Processadas sobre a Digestibilidade de Nutrientes e Desempenho de Frangos de Corte**. Jaboticabal, 1998. 179p. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal)– Universidade Estadual Paulista.

CAPITULO 5

EFEITO DA ADIÇÃO DE NÍVEIS CRESCENTES DE COMPLEXO ENZIMÁTICO EM RAÇÕES COM SOJA INTEGRAL DESATIVADA SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO

Este experimento foi conduzido com objetivo de avaliar o efeito da adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada sobre o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade. Foram utilizados 480 pintos de corte, machos da linhagem Ross distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, contendo 4 tratamentos, com 6 repetições, cada uma com 20 aves. As aves foram alojadas em galpão convencional, dividido em boxes com piso de maravalha e receberam água e ração à vontade. As rações experimentais foram formuladas à base de milho, farelo de soja e soja integral desativada, obedecendo a níveis nutricionais utilizados pela indústria brasileira. O complexo enzimático (xilanase, β -glucanase, mannanase, pectinase e protease) foi adicionado em níveis crescentes de 0; 25; 50 e 75 g/t de ração. A suplementação com 50 g/t do complexo enzimático, em dietas formuladas com soja integral desativada demonstraram aumento de 3% no consumo de ração e 2,5% no ganho de peso em comparação com a dieta sem suplementação. De acordo com a análise de regressão o nível ótimo de adição de complexo enzimático para ganho de peso e para consumo alimentar (1 – 42 dias de idade) obtido nestas condições experimentais foi de 45,94g/t e 49,30g/t de enzima na ração respectivamente. O nível de inclusão do complexo enzimático foi próximo de 50 g/t, concordando com a recomendação do fabricante.

Palavras chave: enzima exógena, desempenho, frangos de corte, granulometria, soja integral.

EFFECT OF THE INCREASING LEVELS ADDITION OF ENZYMATIC COMPLEX IN DIETS WITH DEACTIVATED FULL-FAT SOYBEAN ON THE PERFORMANCE OF BROILERS

ABSTRACT

This trial was carried on with the aim of evaluating the effect of the increasing levels of an enzymatic complex in diets with deactivated full-fat soybean on feed intake (FI), weight gain (WG) and feed:gain ratio (FG) of broilers from 1 to 24 days of age. 480 broilers from the Ross strain were used, allotted to a completely randomized design, containing 4 treatments, 6 replicates, each one with 20 chicks. The chicks were housed in a conventional barn, divided in floor pens with wood shavings. Feed and water were ad libitum fed to broilers. The experimental diets were formulated based on corn, soybean meal and deactivated full-fat soybean, according to the nutritional levels used by the Brazilian Industry. The enzymatic complex (xylanase, β -glucanase, mannanase, pectinase and protease) was added in increasing levels of ; 25; 50 e 75 g/t of ration. The 50g/t enzymatic complex supply, in deactivated full-fat soybean diets increased the feed intake in 3% and the weight gain in 2,5% comparing with the unsupplied diets. According to the regression analysis the best enzymatic complex addition level for weight gain and feed intake (1-42 days of age) on this experimental conditions was 45,94g/t and 49,30g/t of enzyme in the ration respectively. The enzymatic complex addition level was close to 50 g/t, according to the manufactures recommendation.

Key words: broilers, exogenous enzyme, full-fat soybean, particle sizes, performance.

5.1. INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira tem buscado diferentes possibilidades no processamento e no uso da soja, com a finalidade de baratear os custos das rações além de proporcionar a expressão máxima do potencial genético das aves. Desta forma tem-se estudado o emprego da soja integral em substituição ao farelo de soja.

Devido o grão de soja integral apresentar fatores antinutricionais como os inibidores de tripsina, lectinas e polissacarídeos não amiláceos a indústria aplica processamentos térmicos, como a extrusão e a tostagem, com intuito de desativar os compostos antinutritivos do grão integral cru.

A extrusão e a peletização melhoram a digestibilidade e o ganho de peso das aves, entretanto existem alguns fatores antinutricionais e constituintes de baixa digestibilidade que não são afetados, seja totalmente ou parcialmente, por estes processos, como as pectinas, hemicelulose e oligossacarídeos (rafinose e estaquiose). SOTO-SALANOVA et al. (1996), estudando diferentes amostras de farelo de soja, encontraram níveis residuais de lectinas e atividades de inibidores de proteases.

Os frangos não dispõem de certas enzimas para digerir alguns alimentos, principalmente os ricos em fósforo fítico ou em polissacarídeos não amiláceos.

Os polissacarídeos são classificados como solúveis e insolúveis em função da capacidade de formar solução homogênea ou não com a água, contudo, muitas das atividades antinutritivas são atribuídas diretamente aos polissacarídeos solúveis apesar de os polissacarídeos insolúveis também apresentarem efeito na taxa de passagem da digesta e na retenção de água (LIMA e VIOLA, 2001).

A presença dos polissacarídeos não amiláceos solúveis no lúmen intestinal promove aumento da viscosidade da digesta devido à formação de polímeros ou géis com a água, comprometendo a digestão e a absorção dos nutrientes, pois, dificultam a ação das enzimas digestivas e a difusão das substâncias relacionadas com a digestão e absorção. O aumento da viscosidade no intestino afeta a digestibilidade do amido, da proteína e dos lipídeos (NUNES et al., 2001).

Pesquisas demonstram respostas positivas com relação a digestibilidade de nutrientes e ao desempenho de aves alimentadas com rações a base de milho e soja, quando estas foram suplementadas com enzimas como carboidrases,

proteases, pectinases e alfa galactosidades (GARCIA et al., 2000; COSTA et al., 2004; BRITO et al., 2003 e TORRES et al., 2003).

PUCCI et al. (2003), avaliando o efeito da adição de óleo de soja e de um complexo enzimático (xilanase, amilase e protease) em rações a base de milho e farelo de soja, sobre o desempenho de frangos de corte e digestibilidade de nutrientes, não observaram resposta significativas no consumo de ração e ganho de peso com a adição do complexo enzimático, no entanto concluiu que o ganho de peso e o consumo de ração aumentaram linearmente à medida que houve acréscimo nos níveis de óleo das rações.

CLEMENTINO et al. (2002), estudando o efeito da adição de enzima (xilanase, amilase e protease) sobre o desempenho de frangos, diminuindo-se os níveis nutricionais das rações e substituindo-se pela a adição de enzima, concluíram que o uso de enzimas torna possível a redução dos níveis nutricionais das dietas a base de milho e farelo de soja, sem afetar o desempenho das aves.

Dessa forma a utilização de complexos enzimáticos exógenos vêm sendo empregados a fim de melhorar a digestibilidade das rações.

O objetivo deste trabalho foi o de verificar o nível ideal de adição de complexo enzimático em rações com soja integral desativada.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Local

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental do Canguiri da Universidade Federal do Paraná.

5.2.2 Instalações

As aves foram alojadas em galpão convencional dividido em boxes, com dimensões 1,5 x 1,0 (c x l) e piso de maravalha reutilizada de galinhas com 20 semanas. Para o aquecimento foi utilizado uma campânula elétrica equipada com lâmpada infravermelho para cada box.

5.2.3 Animais

Foram utilizados 480 pintos de corte machos de um dia de idade da linhagem Ross com peso médio de 44g. Em cada box foram alojados 20 animais.

5.2.4 Tratamentos

As rações experimentais foram formuladas à base de milho, farelo de soja e soja integral desativada. O complexo enzimático (xilanase, β -glucanase, mannanase, pectinase e protease) foi adicionado em níveis crescentes de 0; 25; 50 e 75 g/t de ração. Nas tabelas 27 e 28 estão as composições nutricionais das rações utilizadas nos períodos de 1 a 21 e de 22 a 42 respectivamente e os tratamentos estão descritos abaixo:

T1 soja integral desativada sem adição de enzimas

T2 soja integral desativada com 25g/t de enzimas

T3 soja integral desativada com 50g/t de enzimas

T4 soja integral desativada com 75g/t de enzimas

Tabela 27 – Composição da ração experimental para a fase inicial (1-21 dias)

Ingredientes	T1	T2	T3	T4
Milho 8%	522,207	522,207	522,207	522,207
Soja Farelo 45%	163,020	163,020	163,020	163,020
Soja Integral 37% (1,5mm)			274,108	274,108
Soja Integral 37% (4,0mm)	274,108	274,108		
Calcário 38%	8,135	8,135	8,135	8,135
Foscálcio 45	18,883	18,883	18,883	18,883
Sal	4,667	4,667	4,667	4,667
L-Treonina 98,5%	0,227	0,227	0,227	0,227
L-Lisina 78%	1,465	1,465	1,465	1,465
DL-Metionina 99%	3,213	3,213	3,213	3,213
Premix*	4,000	4,000	4,000	4,000
Enzima		0,025	0,050	0,075
Inerte	0,075	0,050	0,025	
Níveis nutricionais				
Proteína %	22,000	22,000	22,000	22,000
Cálcio %	0,900	0,900	0,900	0,900
Fósforo total %	0,760	0,760	0,760	0,760
Fósforo disponível %	0,480	0,480	0,480	0,480
Sódio %	0,200	0,200	0,200	0,200
Potássio %	0,900	0,900	0,900	0,900
Cloro %	0,351	0,351	0,351	0,351
MEq/kg	218,431	218,431	218,431	218,431
Lisina %	1,335	1,335	1,335	1,335
Metionina %	0,671	0,671	0,671	0,671
Met+Cist %	1,049	1,049	1,049	1,049
Triptofano %	0,266	0,266	0,266	0,266
Treonina %	0,861	0,861	0,861	0,861
Triptofano dig. Aves%	0,232	0,232	0,232	0,232
Lisina dig. Aves %	1,180	1,180	1,180	1,180
Metionina dig. Aves %	0,628	0,628	0,628	0,628
Met+Cist dig. Aves %	0,940	0,940	0,940	0,940
Treonina dig. Aves %	0,760	0,760	0,760	0,760
EM Aves kcal/kg	3.100	3.100	3.100	3.100

*Fornecimento por Kg da dieta: Vit A 8.000 UI; Vit D3 2.400 UI; Vit E 16,65 mg; Vit K 1,5 mg; Vit B1 0,6 mg; Vit B2 2,36 mg; Vit B6 0,6 mg; Vit B12 1,320 mcg; biotina 0.15 mg; Colina 1.54 g; ácido pantotênico 9,32 mg; Niacina 30,12 mg; ácido fólico 1,42 mg; Se 0,65 mg; I 0,35 mg; Fe 57,72 mg; Cu 12,30 mg; Zn 141,48 mg; Mn 173,0 mg; K 7,88 g; S 0,72 g; Mg 0,90 g monensina 110/kg; avilamicina 10 mg/kg; promotor de crescimento 20mg/kg.

Tabela 28 - Composição da ração experimental para as fases de crescimento e terminação (22-42 dias)

Ingredientes	T1	T2	T3	T4
Milho 8%	569,151	569,151	569,151	569,151
Soja Farelo 45%	78,276	78,276	78,276	78,276
Soja Integral 37% (1,5mm)			313,466	313,466
Soja Integral 37% (4,0mm)	313,466	313,466		
Calcário 38%	7,926	7,926	7,926	7,926
Fosfóforo 45	17,510	17,510	17,510	17,510
Sal	3,500	3,500	3,500	3,500
L-Treonina 98,5%	0,464	0,464	0,464	0,464
L-Lisina 78%	1,446	1,446	1,446	1,446
DL-Metionina 99%	2,662	2,662	2,662	2,662
Premix*	4,000	4,000	4,000	4,000
Enzima		0,025	0,050	0,075
Inerte	0,075	0,050	0,025	
Níveis nutricionais				
Proteína %	20,000	20,000	20,000	20,000
Cálcio %	0,851	0,851	0,851	0,851
Fósforo total %	0,720	0,720	0,720	0,720
Fósforo disponível %	0,450	0,450	0,450	0,450
Sódio %	0,200	0,200	0,200	0,200
Potássio %	0,832	0,832	0,832	0,832
Cloro %	0,281	0,281	0,281	0,281
MEq/kg	220,000	220,000	220,000	220,000
Lisina %	1,202	1,202	1,202	1,202
Metionina %	0,591	0,591	0,591	0,591
Met+Cist %	0,943	0,943	0,943	0,943
Triptofano %	0,239	0,239	0,239	0,239
Treonina %	0,804	0,804	0,804	0,804
Triptofano dig. Aves%	0,210	0,210	0,210	0,210
Lisina dig. Aves %	1,050	1,050	1,050	1,050
Metionina dig. Aves %	0,551	0,551	0,551	0,551
Met+Cist dig. Aves %	0,840	0,840	0,840	0,840
Treonina dig. Aves %	0,710	0,710	0,710	0,710
EM Aves kcal/kg	3.200	3.200	3.200	3.200

*Fornecimento por Kg da dieta: Vit A 8.000 UI; Vit D3 2.400 UI; Vit E 16,65 mg; Vit K 1,5 mg; Vit B1 0,6 mg; Vit B2 2,36 mg; Vit B6 0,6 mg; Vit B12 1,320 mcg; biotina 0.15 mg; Colina 1.54 g; ácido pantotênico 9,32 mg; Niacina 30,12 mg; ácido fólico 1,42 mg; Se 0,65 mg; I 0,35 mg; Fe 57,72 mg; Cu 12,30 mg; Zn 141,48 mg; Mn 173,0 mg; K 7,88 g; S 0,72 g; Mg 0,90 g; salinomicina 66mg/kg; avilamicina 10 mg/kg; promotor de crescimento 20mg/kg.

5.2.5 Manejo

Os pintos de um dia foram pesados assim que chegaram ao aviário e em seguida foram alojados em boxes. Os animais receberam água e ração a vontade durante todo o experimento.

As aves receberam 24 horas de luz, sendo que à noite a iluminação foi artificial e durante o dia utilizou-se iluminação natural.

As pesagens foram efetuadas no 7º, 21º e 42º dias de idade.

5.2.6 Delineamento Experimental

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, contendo quatro tratamentos T1 soja integral desativada sem adição de enzimas; T2 soja integral desativada com 25g/t de enzimas; T3 soja integral desativada com 50g/t de enzimas; T4 soja integral desativada com 75g/t de enzimas, cada tratamento foi composto por 6 repetições cada uma das repetições com 20 aves. Os dados foram submetidos à análise de variância, as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e as estimativas do nível ideal de adição de enzima foram obtidas através do modelo de regressão.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise estatística e as médias dos tratamentos estão apresentados na Tabela 29.

Tabela 29 – Efeito da adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada sobre o consumo de ração de frangos.

Níveis de enzima (g/t)	Consumo de Ração (kg)				
	1-7 dias	8-21 dias	1-21 dias	22-42 dias	1-42 dias
0	0,163	0,912	1,074	2,583 ^c	3,657 ^c
25	0,166	0,890	1,056	2,858 ^a	3,913 ^a
50	0,162	0,869	1,031	2,740 ^b	3,771 ^{bc}
75	0,165	0,889	1,054	2,806 ^{ab}	3,859 ^{ab}
p	0,1910	0,1532	0,1254	0,0001	0,0001
CV(%)	2,25	3,64	3,03	4,51	3,27

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$)

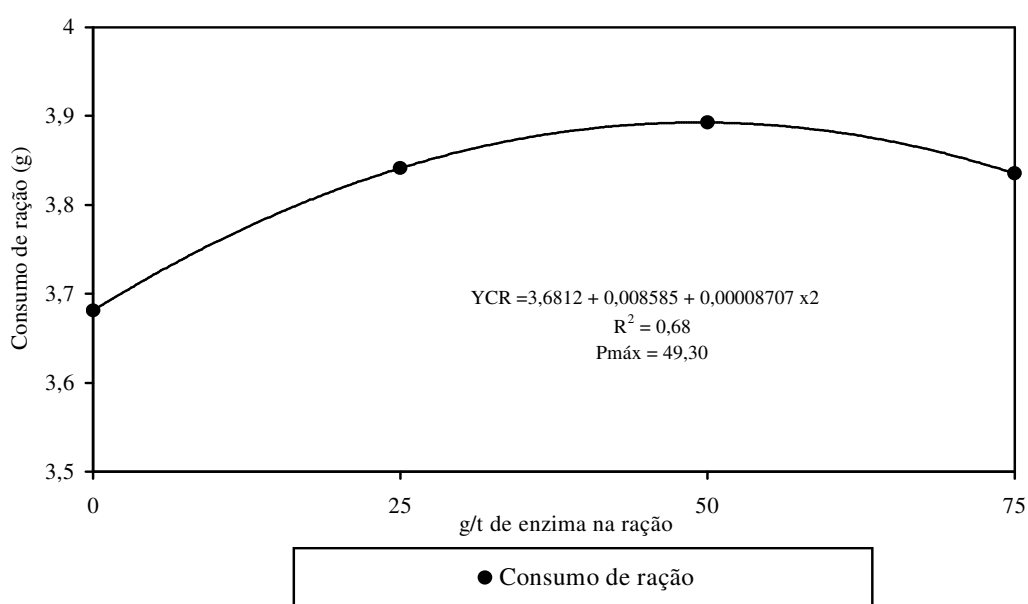
Os dados obtidos demonstram que o consumo alimentar foi afetado significativamente ($p < 0,05$), pela adição do complexo enzimático com exceção da fase inicial (1-7; 8-21 e 1-21 dias), estes resultados concordam em parte com os obtidos por COSTA et al. (2004) que observaram efeito significativo das enzimas (xilanase, amilase e protease) somente na fase de crescimento de 22 a 42 dias, com maior consumo entre as aves que receberam ração adicionada de enzimas, porém no período total de criação o efeito da enzima não foi observado. Já ZANELLA (1998) e GARCIA et al. (2000) não constatarem efeito da adição de enzimas sobre o consumo alimentar em nenhuma das fases de criação.

Os melhores resultados foram obtidos quando adicionados 25g/t e 75g/t do complexo enzimático na ração, sendo 50g/t o nível intermediário, aves que não

receberam o complexo enzimático na ração obtiveram resultados de consumo inferiores, TORRES et al. (2003), utilizando três níveis de complexo enzimático (500; 1000; 1500 g/t) a base de xilanase, amilase e protease, verificaram que em dietas com níveis de proteína reduzido, a inclusão de 1000 g/t de enzima na ração foi suficiente para atender as necessidades nutricionais das aves, porém em dietas com níveis protéicos normais, a adição de 500 g/t e 1000 g/t de enzimas na ração apresentaram consumo maior.

De acordo com a análise de regressão (Figura 1 e 2) o nível ótimo de adição de complexo enzimático para consumo alimentar obtido nestas condições experimentais foi de 50,61g/t de enzima na ração no período de 21 a 42 dias de idade e de 49,30g/t de enzima na ração no período de 1 a 42 dias de idade.

Figura 1 - Efeito da adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada sobre o consumo de ração de frangos no período total de criação (1- 42 dias de idade).



Os resultados de ganho de peso, da análise estatística e as médias dos tratamentos estão apresentados na Tabela 30.

Tabela 30 - Efeito da adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada sobre o ganho de peso de frangos.

Níveis de enzima (g/t)	Ganho de Peso (kg)				
	1-7 dias	8-21 dias	1-21 dias	22-42 dias	1-42 dias
0	0,142	0,679	0,817	1,502 ^c	2,319 ^c
25	0,140	0,667	0,803	1,662 ^a	2,464 ^a
50	0,137	0,662	0,795	1,584 ^b	2,379 ^{bc}
75	0,137	0,655	0,787	1,624 ^{ab}	2,411 ^{ab}
P	0,3898	0,5173	0,3930	0,0001	0,0003
CV(%)	4,18	4,11	3,75	4,70	2,90

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05)

Conforme a análise estatística houve efeito ($p<0,05$), da adição do complexo enzimático sobre o ganho de peso na fase de crescimento (22-42 dias) e no período total (1-42 dias).

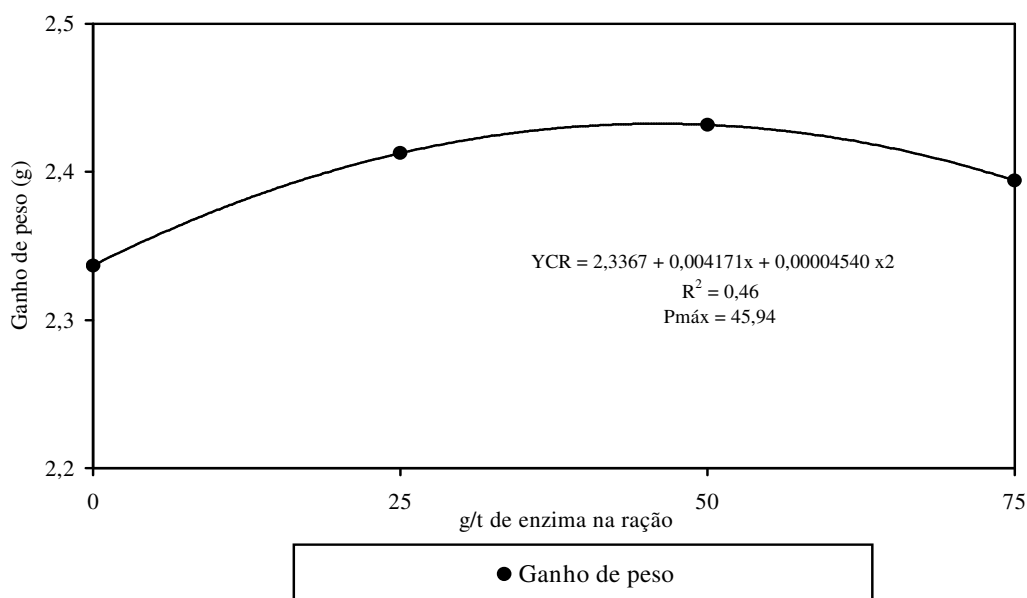
Analisando os resultados, nota-se que na fase de 22 a 42 dias, as aves que receberam complexo enzimático na ração apresentaram maior ganho de peso em relação àquelas que não receberam. As aves dos tratamentos com níveis enzimáticos de 25g/t e 75g/t de ração obtiveram os melhores resultados, sendo o nível de 50g/t intermediário aos demais. Os resultados obtidos concordam com os encontrados por COSTA et al (2002) e CLEMENTINO et al. (2002) que trabalharam com rações com níveis protéicos e energéticos reduzidos adicionados de enzimas (xilanase, amilase e protease) e constataram que a adição de enzimas promoveu igualdade destes tratamentos com tratamentos cujos níveis nutricionais estavam adequados, comprovando a eficiência enzimática. ZANELLA (1998) verificou que a suplementação enzimática se mostrou eficiente em proporcionar aumento significativo no ganho de peso das aves ($p<0,01$), em três das quatro fases de criação, somente não afetou significativamente o ganho de peso na fase de 38 a 45 dias.

Considerando-se o período total de criação (1-42 dias), vários autores (ZANELLA 1998; FIGUEIREDO (1999), COSTA et al 2002) verificaram que aves consumindo ração com suplementação enzimática obtiveram resultados para ganho de peso superiores às aves sem suplementação, concordando com os resultados do presente trabalho, onde coincidindo com o período de 22-42 dias as aves dos tratamentos com níveis enzimáticos de 25g/t e 75g/t de ração obtiveram os melhores resultados, sendo o nível de 50g/t intermediário aos demais.

De acordo com a análise de regressão (Figura 3 e 4) o nível ótimo de adição de complexo enzimático para ganho de peso nestas condições experimentais foi de

49,50g/t de enzima na ração no período de 21 a 42 dias de idade e de 45,94g/t de enzima na ração no período de 1 a 42 dias de idade.

Figura 2 - Efeito da adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada sobre o ganho de peso de frangos no período total de criação (1- 42 dias de idade).



Os resultados de conversão alimentar, análise estatística e as médias dos tratamentos estão apresentados na Tabela 31.

Tabela 31 - Efeito da adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada sobre a conversão alimentar de frangos.

Níveis de enzima (g/t)	Conversão Alimentar				
	1-7 dias	8-21 dias	1-21 dias	22-42 dias	1-42 dias
0	1,146	1,343	1,315	1,721	1,577
25	1,185	1,335	1,316	1,720	1,588
50	1,178	1,312	1,396	1,730	1,585
75	1,214	1,362	1,342	1,728	1,601
p	0,1159	0,4745	0,4438	0,9699	0,4587
CV(%)	4,19	4,05	3,62	2,31	1,57

De acordo com os resultados obtidos através da análise estatística, a suplementação com complexo enzimático não proporcionou diferença significativa ($p < 0,05$) para conversão alimentar entre os tratamentos.

O fato de não ter sido verificado efeito significativo ($p < 0,05$) da suplementação enzimática sobre a conversão alimentar, em nenhuma das fases de criação avaliadas, pode ser explicado pelo aumento no consumo de ração em razão ao aumento proporcional no ganho de peso, promovendo dessa maneira equilíbrio entre os tratamentos.

5.4. CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido pode ser concluído que:

De acordo com a análise de regressão o nível ótimo de adição de complexo enzimático para ganho de peso e para consumo alimentar (1 – 42 dias de idade) é de 45,94g/t de enzima na ração e 49,30g/t de enzima na ração respectivamente. O nível de inclusão do complexo enzimático foi próximo de 50 g/t.

A suplementação com 50 g/t do complexo enzimático (xilanase, β -glucanase, mannanase, pectinase e protease), em dietas formuladas com soja integral desativada demonstram aumento de 3% no consumo de ração e 2,5% no ganho de peso em comparação com a dieta sem suplementação.

LITERATURA CITADA

- BRITO, A.B., STRINGHINI, J.H., CRUZ C.P. et al. Effects of corn germ meal on broiler performance and carcass yield. **Arq. Br. Med. Vet. Zootec.**, vol.57, no.2, p.241-249, 2005
- CLEMENTINO, R.H., COSTA, F.G.P, JÁCOME, I.M.T.D., et al Efeito dos níveis de enzimas sobre o desempenho de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife, **Anais...** CD-ROM.
- COSTA, F.G., CLEMENTINO, R.H., JÁCOME, I.M.T.D., et al. Utilização de um complexo multienzimático em dietas de frangos de corte. **Cienc. Anim. Br.** v.5 p.63-71, 2004.
- FIGUEIREDO, A.N. **Efeito da adição de enzima em rações a base de milho e diferentes tipos de soja sobre a digestibilidade e o desempenho produtivo de frangos de corte.** Jaboticabal-SP, 1999. 65p Monografia (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

- GARCIA, E.R.M. MURAKAMI, A.E., BRANCO, A.F., et al. Efeito da suplementação enzimática em rações com farelo de soja e soja integral extrusada sobre a digestibilidade de nutrientes, o fluxo de nutrientes na digesta ileal e o desempenho de frangos. **Rev. Soc. Br. Zootec.** v.29, n.5, p.1414-1426, 2000.
- LIMA, G.J.M.M. e VIOLA, E.S. Ingredientes energéticos: trigo e triticales na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Campinas CBNA p.33-61, 2001.
- NUNES, R.V. NUNES, R.V. BUTERI, C.B., NUNES, C.G.V., et al. Fatores Antinutricionais dos Ingredientes Destinados à Alimentação Animal. In: **Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal**. Campinas CBNA, p. 235-272, 2001.
- PUCCI, L.E.A., RODRIGUES, P.B., FREITAS, R.T.F., et al. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. **Rev. Soc. Br. Zootec.** v.32, n.4, p.909-917, 2003.
- SOTO-SALANOVA, M.F., GARCIA, O., GRAHAM, H., et al. Uso de enzimas em dietas de milho e soja para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba. **Anais...** p.71-76, 1996.
- TORRES, D.M., COTTA, J.T.B., TEIXEIRA, A.S., et al. Dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com enzimas na alimentação de frangos de corte. **Ciênc. Agrotec., Lavras**, v. 27, n.1, p199-205, 2003.
- ZANELLA, I. **Suplementação Enzimática em Dietas a Base de Milho e Sojas Processadas sobre a Digestibilidade de Nutrientes e Desempenho de Frangos de Corte**. Jaboticabal, 1998. 179p. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avicultura brasileira é uma atividade altamente intensiva que tem utilizado avançadas tecnologias disponíveis na genética, nutrição, manejo e controle sanitário, para atingir altos níveis de produtividade. No entanto, devem ser levados em consideração outros fatores a fim de garantir a produtividade com custos reduzidos.

O emprego de matérias primas alternativas de origem vegetal e animal tais como o sorgo, farelo de trigo, soja integral, gérmen de milho, milheto, triticale, trigoilho, farelo de arroz, farelo de girassol, farelo de mandioca, cevada, farelo de algodão, canola, sub-produtos de abatedouro, farinha de vísceras, farinha de penas, farinha de sangue, farinha de carne e ossos, entre outras, na alimentação das aves podem ser uma alternativa ao milho e farelo de soja, para redução de custos. Para que as rações elaboradas com tais ingredientes possam atender às exigências nutricionais dos animais, faz-se necessário conhecer a composição bromatológica, tipo e forma de processamento bem como os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes presentes.

No presente trabalho foram obtidos bons resultados quanto à utilização da soja integral desativada aliada a inclusão de ingredientes não tradicionais em comparação com dietas formuladas a base de farelo de soja e milho, porém os resultados foram mais expressivos quando as dietas alternativas foram formuladas com base no conceito de proteína ideal e aminoácidos digestíveis. Talvez esses resultados tenham sido obtidos porque a diversidade de ingredientes acaba por diluir os possíveis problemas nutricionais causados às aves e ainda quando formuladas as dietas com base na proteína ideal pôde-se contornar as diferenças de digestibilidade existente entre os ingredientes e também em um mesmo ingrediente quando foram considerados os diversos aminoácidos.

O grau de moagem dos ingredientes é uma variável importante a ser considerada no processo industrial, visto que a granulometria das rações influencia não somente o desempenho das aves, resultante da maior ou menor ingestão de alimentos, como também tem efeito no processamento devido ao gasto de energia e manutenção de equipamentos. Embora, não exista uma unanimidade entre os

pesquisadores quanto a granulometria ideal das rações para as diferentes espécies, o entendimento da inter-relação granulometria, nutrição animal e produção de rações vem a ser mais uma ferramenta onde pode-se interferir para otimizar a produtividade. Dessa forma faz-se necessária a constante análise da granulometria das matérias primas utilizadas para a formulação de ração.

Existem vários trabalhos relacionados ao emprego de enzimas exógenas nas rações com resultados bastante positivos referentes a digestibilidade dos nutrientes, no entanto, alguns fatores podem levar a grandes variações nos resultados obtidos com a utilização das enzimas, entre eles a forma e o momento de aplicação, a exposição a altas temperaturas ou outros fatores que possam desnaturá-las, o prazo de validade, a aplicação de quantidades precisas, a distribuição uniforme no alimento, o veículo utilizado e a composição do complexo enzimático. O uso de enzimas nas dietas permite alterações nas formulações das rações de forma a minimizar o custo, maximizando o uso dos ingredientes energéticos e protéicos das rações.

Com base nos resultados obtidos na presente pesquisa, verifica-se a necessidade de mais estudos serem conduzidos não só relacionados ao efeito das enzimas frente ao substrato, mas também a sua ação relacionada a diferentes granulometrias e ainda com a inclusão de alimentos não tradicionais, o que pode ocasionar diferentes respostas referentes a digestibilidade dos nutrientes.

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

**PARECER**

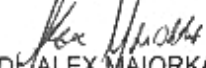
A Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação da Candidata ao Título de Mestre em Ciências Veterinárias, Área Produção Animal MICHELLY OPALINSKI após a realização desse evento, exarou o seguinte Parecer:

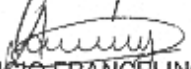
- 1) A Dissertação, intitulada **“UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS E SOJA INTEGRAL EM RAÇÕES PARA FRANGOS FORMULADAS COM INGREDIENTES ALTERNATIVOS COM BASE EM AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS E TOTAIS”** foi considerada, por todos os Examinadores, como um louvável trabalho, encerrando resultados que representam importante progresso na área de sua pertinência.
- 2) A Candidata apresentou muito bem durante a Defesa de Dissertação, respondendo a todas as questões que foram colocadas.

Assim, a Comissão Examinadora, ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 78 da Resolução nº 62/03 – CEPE considerou a candidata Aprovada concluindo que faz jus ao Título de Mestre em Ciências Veterinárias, Área Produção Animal.

Curitiba, 23 de fevereiro de 2006.


Prof. Dr. SEBASTIÃO APARECIDO BORGES
Presidente/Orientador


Prof. Dr. ALEX MAIORKA
Membro


Prof. Dr. LÚCIO FRANCELINO ARAUJO
Membro